



الثقافة العلمية

صنع الله

د. كمال شرقاوى

2

إهـداء ٢٠١٤
الهيئة العامة لقصور الثقافة
جمهورية مصر العربية

صُنْعُ الله

د. كمال شرقاوى غزالى





سلسلة
الثقافة العلمية

تصدرها
الهيئة العامة لقصور الثقافة

رئيس مجلس الإدارة
سعد عبد الرحمن
أمين عام النشر
محمد أبو المجد
الإشراف العام
صبحي موسى
الإشراف الفني
د. خالد سرور

• صنع الله
• د. كمال شرقاوى غزالى
الهيئة العامة لقصور الثقافة
القاهرة 2012م
13,5 × 19,5 سم
• تصميم الغلاف: احمد اللباد
• المراجعة اللغوية: ممدوح المتولى
• رقم الإيداع: ١٤٢٨٥/ ٢٠١٢
• المراسلات:
باسم / مدير التحرير
على العنوان التالى: 16 ا. شارع أمين سامى - قصر العينى
القاهرة - رقم بريدى 11561
ت: 27947891 (داخلى: 180)
• الطباعة والتنفيذ:
شركة الأمل للطباعة والنشر
ت: 23904096

2

تختلف الثقافة العلمية عن تلقى العلوم فى قاعات الدرس التقليدية
فهى سعى فردى للمعرفة العلمية

• هيئة التحرير •
رئيس التحرير
رجب سعد السيد
سكرتير التحرير
سارة عبد الوهاب

الآراء الواردة فى هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة عن توجه الهيئة بل تعبر عن رأى وتوجه المؤلف فى المقام الأول.

• حقوق النشر والطباعة محفوظة للهيئة العامة لقصور الثقافة.
• يحظر إعادة النشر أو النسخ أو الاقتباس بأية صورة إلا بإذن كتابى من الهيئة العامة لقصور الثقافة. أو بالإشارة إلى المصدر.

صُنْــعُ الله

(١)
رأيتُ الله فى بدائع خلقه !

إن إمعان العقل فى التفكر والتأمل فى خلق الله، وما أودعه فى مخلوقاته من حكمة، يؤدى بالقطع إلى إدراك عظمة الخالق ودقة صنعه وسعة حكمته وجليل قدرته؛ بل ربما أدى إلى ذهول المتفكر المتأمل من تلك العظمة والدقة اللتين تتجليان له، فيخر لحكمة الخالق ساجداً، فترق حواسه ويصفو جسده ويعبر حدود المادة، فيقترب من الله حتى يراه.

ولقد رأيت الله ماثلا فينا. فى أكبر ما فينا، وهو العقل، وفى أصغر ما فينا، وهو الخلية، بل فى أصغر ما فى الخلية، وهو الجين. رأيت الله فى كل ما حولنا من موجودات ومفردات ... فى أجسامنا وأجسام غيرنا من الكائنات، كبيرها وصغيرها. فمهما تباينت أغراض الحياة فى تلك الكائنات يبقى تصميم بنيتها واحدا ووسيلتها واحدة ومسارها واحدا.

رأيته فى كائنات بالغة الضآلة اعتدنا أن يشار إليها على أنها مخلوقات بسيطة، اعتمادا على أنها غير ملموسة القد ومجهرية الحجم، لا نراها بأعيننا، ونظن أننا لا نخالطها ولا نلمسها ولا تلمسنا ولا نؤثر فيها ولا تؤثر فينا، لكن الحقيقة غير هذا، فهى بالفعل محسوبة القدر برغم دقتها، ومهولة برغم بساطتها، وتؤثر فينا أكبر الأثر إلى حد أن بقاءنا على قيد الحياة قد يتوقف عليها فى أمور كثيرة.

لا تتعدى بنية كل كائن من تلك خلية واحدة تقريبا (جسم الإنسان يبلغ ٦٠ بليون خلية)، وأحيانا تكون أقل من خلية أو أكبر من ذلك بقليل، ومع ذلك فهى تمارس الحياة بمنتهى الكفاءة، تأكل وتشرب وتتنفس وتتحرك وتتناسل. وقد بقيت على قيد الحياة فى عالمنا منذ ملايين السنين، وستظل باقية إلى أبد الآبدين.

وتبلغ بنا الحيرة مداها ولا نملك سوى التسليم ونحن نبحث عن جواب لمثل هذا السؤال: كيف أمكن لهذه الكائنات وهى بهذا القد الضئيل أن تتناقل هى وذرياتها، عبر ملايين السنين، أسرارها الوراثية التى تحفظ لها صفاتها وخصائصها المحددة لذاتها وهويتها؟

إنها جزء كبير من آلة الحياة. هى الخير وهى الشر. هى النفع وهى الضرر. هى الموجب وهى السالب.

والفيروس واحد من هذه الكائنات، حجمه أقل من خلية وقطره = ١٠ - ٣٠ نانومتر (النانومتر = متر)، ويبدو للرائين تحت المجهر كمادة متبلرة ليس فيها أى مظهر من مظاهر الحياة. لكنه ما إن

يصل إلى أى جسم حى حتى يظهر على حقيقته ويكشف عن وجهه القبيح. يبدو كالمارد الذى يخرج من محبسه، وإذا به يحوى شريطا منطويا من المادة الوراثية، فيفرده وينسخ من نفسه نسخا لا حصر لها. وسرعان ما يصبح الواحد آلافا بل ملايين بل بلايين. ويشهر كلٌ سلاحه. هذا يشهر سكينا، وهذا يشهر بندقية، وهذا يشهر مدفعا، وهذا يشهر قنبلة ذرية، وهذا يشهر سلاحا جديدا لا يعرفه أحد. هذا السلاح حير الإنسان كثيرا ولا زال يحيره؛ وشاغلُه إن عرف السلاح الجديد هذه المرة، فماذا عن السلاح الجديد القادم؟. ولا يزال خطر الفيروس أقوى من علم الإنسان وقدرته. وبقيت الفيروسات من قديم الأزل يحفظ وجودها فى الحياة أسرار غريبة كامنة فى ذاتها أو فى ذات غيرها.

والبكتريا هذا الكائن المذهل الذى يتكون من خلية واحدة بلا نواة ولا يتعدى قطرُه جزءاً من ألف جزء من المليمتر، يولد ويصبح شابا ثم شيخا فى فترة وجيزة من الزمن لا تتعدى عشرين دقيقة وحسب. وخلال ساعة واحدة من عمره يتلاقى فى ثلاثة أجيال معا: الحفيد والأب والجد. وبرغم أن جسمه يحتوى على خلية واحدة إلا أنه يظهر من صفات الأنوثة والذكورة ما يمكنه من أن يتكاثر مثل الإنسان بطريقة جنسية من خلال اقتران وتلقيح وإخصاب. وهو موجود فى كل البيئات، وحتى فى تلك التى لا يمكن أن تخطر على البال. إذ يمكنه أن يعيش فى الأماكن الجليدية التى تقل حرارتها عن درجة الصفر المئوى، ويعيش أيضا فى مياه

الينابيع الساخنة التى تزيد حرارتها عن درجة الغليان (١٠٠ درجة مئوية) . إن الكائن البكتيرى يؤدى للحياة خدمات جليلة لا حصر لها ، وهو نفسه الذى يصيب الإنسان والحيوان والنبات بأمراض لا حصر لها أيضا .

والفطر كائن آخر من خلية واحدة أيضا . بدونه لا يجد الإنسان خبزه ، ويفرز من المضادات الحيوية والمواد النافعة الأخرى للإنسان ما يشفى به غليله من شرور الحياة . وهو نفسه الفطر الذى يفرز من السموم الفتاكة ما تصل شدة سميته إلى حد أن يقتل الإنسان بأقل تركيز منه . ويغزو كل موقع فى جسم الإنسان أو الحيوان أو النبات ، مسببا من الأمراض العديد والعديد .

والأوليات هى أيضا كائنات يتكون جسم كل منها من خلية واحدة تقوم بكل متطلبات الحياة التى يقوم بها أى كائن آخر مهما كبر حجمه أو زاد قدره أو علا شأنه . والأميبا واحدة من أشهر هذه الأوليات . لها معدة بسيطة تتناسب وحجمها البالغ الضآلة . ويتم هضم الطعام فيها بإفراز عصارة حامضية أولا ثم إفراز عصارة قلوية بعد ذلك . وهذا عين ما يحدث فى الإنسان وكل الكائنات الكبيرة والأخرى . وتنظم الأميبا شأنها شأن كل الأوليات كمية الماء التى تدخل إلى جسمها باستمرار . وتتحكم فيها من خلال آلية تسمى بالفجوة المتقبضة ، والتى لولاها لانفجر جسمها وهلكت .

والبراميسيوم مثل ثان من الأوليات يحوى جسمه جهازا دفاعيا على درجة عالية من الأهمية . كما أنه ينسق بين الأهداب التى تحيط

بجسمه تنسيقا رائعا، فتضرب جميعا فى اتجاه واحد ولهدف واحد كأنها المجاذيف التى تضمن السلامة للقارب.

واليوجلينا كائن آخر من الأوليات أخذ من الحيوان أهم ما فيه وهو الحركة والانتقال من مكان إلى مكان، وأخذ من النبات أقوى ما فيه وهو خاصية تصنيع غذائه بنفسه من ضوء الشمس وثانى أكسيد الكربون والماء. ولكى يظل تحت الشمس دائما اتخذ لنفسه عينا صغيرة توجهه تلك الوجهة الحيوية.

وحين تتطلع إلى كل الكائنات الحية مع غض النظر عن هيئتها نجد أن الصنعة واحدة وسر الصنعة واحد. الجسم فيها جميعا إما يتكون من خلية واحدة أو أكثر. ويشكل الجسم البشرى قمة التعقيد فى التكوين. إذ يتكون من ٦٠ بليون خلية ولكل خلية وظيفة محددة ضمن منظومة الجسم. وفى كل خلية يوجد نواة. وفى كل نواة يوجد جهاز من الكروموسومات يكون مسئولا عن نشاط الخلية وتدبير أمورها، فهى العقل المدبر والموجه والحاكم الذى يجعل الخلية لا تحيد عن الشفرة التى تعمل كشرائط تسجيل تدون عليها صفات الكائن الحى من حيث طوله أو قصره، ودرجة ذكائه، ولون بشرته وعينه، والأسرار التى تجعل هذه الخلية تفرز هذا الهرمون أو هذا الإنزيم أو هذه المادة الصلبة التى تكون العظم أو الغضروف أو الصدفة، بل وكل ما يمكن أن يميز الكائن الحى من صفات.

والمبدأ الذى تعمل به الكروموسومات واحد فى كل الكائنات الحية، فتلك الكروموسومات تتكون من أزواج، وكل زوج يتشابه

أفـرداه مـعـا . وكل من الـفـردين يشـبـه الـفـرد الآخـر فى حـمل نـفس الـصـفـة أو ضـدهـا . وكـل كرمـوسـوم يحـمل الجـينـات التى هى شـرائط التسـجيل ذاتهـا .

ويـخـتـلف عـدد الـكـروموسـومـات من كـائن إلى آخـر، وبـالـتـالى يختلف عدد الجيـنـات المحمولة عليها، فى جسـم الإنسان، على سبيل المثال، يبـلغ إجـمـالى عـدد الجـيـنـات ٤٨٠ بـلـيـون جين (٦٠ بـلـيـون خلـيـة 8 xبلـيـون جين فى الخلـيـة الـواحـدة) . وكـل جـين يـتـكـون من شرائط عديدة من حامض نـووى يدعى ديوكسى ريبـونيوكليك د ن أ

وهـو مـسـئـول عن الـقـيـام بـعـمل محـدد فى الجـسـم . وكـل كـائن .DNA حى يـنـقـل إلى أبـنـائـه مـن خـلال التـزاوج نـفس عـدد الـكـروموسـومـات ومن ثـم نـفس عـدد الجـيـنـات المـقـررة لـه وبـنـفس خـصـائـصـهـا المميزة التى تحـدد الـصـفـات والمـلامح وتـنـقـل إلى الأبـنـاء من الآبـاء والأمـهـات أسـرارهـم وصـفـاتـهـم وخـصـائـصـهـم وألـوانـهـم، مع تـفـرد كـل واحـد من الأبـنـاء عـمن سبقه وعـمن لحـقـه وعـمن عـاصـره وعـايـشـه . ومن الـعـجـيـب أن كل الجـيـنـات الـبـشـريـة لـو جـمـعـت أطـوال شـرائط الحـامض الـنـووى المـكـون لـهـا لـبـلـغ طـولـهـا طـول المـسـافـة التـى تـفـصـل بـين الأرض والـشـمـس . والأعـجـب من ذلـك أنـهـا تـبـلـغ من الـدقـة لـو جـمـعـت أحـجـامـهـا مـعـا لمـا بـلـغـت حـجـم رأس دبـوس صـغـيـر . لـكـن بـرغـم ذلـك تـكـمن فـيـهـا أسـرار وأسـرار وقـدرات وقـدرات لا يـكـاد يـتـصـورهـا عـقـل أو يـحـيـط بـهـا كـائـن مـهـمـا بـلـغـت قـدراتـه . ومـع ذلـك فـكـلـنـا خـلـق لـغـرض

وزود بإمكانات وقدرات لا يملكها الآخرُ. فالطيور تنتج البيض، والثدييات تنتج اللبن، والحيتان تنتج العنبر، والغزلان تنتج المسك، والحبارات تفرز الحبر، ومخلوقات كالحشرات أقل من الإنسان كثيرا تغني ولديها آلات موسيقية وتشع أضواء ولديها أجهزة إضاءة. ومع ذلك نجد أن كل المخلوقات من النمل إلى الإنسان على حد سواء تشترك في سمات روحانية كالعطف والحنان والأمومة والأبوة. كما أن التصميم الهندسي في تركيب جسم كل منها رائع بديع، والتناسق في وظائف أعضائه مبهر ومذهل. وكلها تحتاج أيضا إلى غذاء لكي تنمو أجسامها، ولكي تعوض ما قد يستهلك من أنسجة أعضائها، أو تجدد أو ترمم ما قد يتلف منها، ولكي تستوفي ما يلزمها من الطاقة التي تعينها للقيام بأنشطتها وقضاء أعمالها. وبآلية واحدة تقريبا يهضم ذلك الغذاء. إذ يدخل إلى الجهاز الهضمي فيكسر بإنزيمات وتفاعلات كيميائية متماثلة بين المخلوق والآخر. ثم يتحول إلى مادة سائلة تمتص وتدور مع سوائل الجسم حيث تجرى عليها مرة أخرى تفاعلات كيميائية عديدة يتم من خلالها بناء الجسم ونموه وتعويض أنسجته أو تجديدها أو ترميمها والحصول على سعرات الطاقة منها.

ويلزم في تلك التفاعلات الكيميائية تواجدُ الأكسجين. وتستخلص المخلوقات هذه المادة مما حولها، سواء كان هواء أو ماء. لذا يوجد في كل نوع منها جهاز مهمته توريد الأكسجين إلى داخل الجسم وطرد الناتج النهائي لعملية التنفس، وهو ثاني أكسيد

الكربون. وحسب تركيب الجسم وضخامته أو ضآلته يكون تعقد هذا الجهاز، فهو فى الإنسان قصبة هوائية ورئتان، وهو فى الأسماك ألواح حمراء غنية بالدم تسمى الخياشيم، وهو فى القشريات أوراق ترتص وراء بعضها البعض كما لو كانت فى كتاب، وهو فى الحشرات ثقوب على جانبى الجسم يؤدى كل ثقب منها إلى أنبوبة تتفرع بالداخل كشجيرة ذات أغصان عديدة. وهو فى الكائنات الأولية التى لا ترى بالعين مجرد ثقوب دقيقة وحسب، لكنها محكمة، تنفتح وتنغلق حسب الحاجة.

وتتخلف عن تلك التفاعلات الكيميائية مخلفات كثانى أكسيد الكربون والبولينا وحامض البوليك وغيرها. وتلك كلها مواد سامة لا بد من التخلص منها وطردها إلى خارج الجسم. لذا كان وجود الجهاز الإخراجى ضروريا فى كل المخلوقات.

والمؤكد أنه لو جيئ بأعظم المهندسين البيولوجيين ليصمموا آلية من الآليات التى يعمل بها جسم أى مخلوق كالتنفس والهضم والامتصاص والإخراج والإحساس، لما استطاعوا جميعا أن يصلوا إلى ما هو موجود. خذ على سبيل المثال آلية من الآليات التى يمارسها الجسم البشرى على الدوام وبروتينية لم نتفكر فيها وهى التنفس. لماذا نتنفس؟ والجواب: لأننا نحتاج للأكسجين. ولماذا نحتاج للأكسجين؟ والجواب: لكى نستخدمه فى حرق ما نتناوله من غذاء. ولماذا نحرق ما نتناوله من غذاء؟ والجواب: لكى نستخلص منه الطاقة. وما فائدة هذه الطاقة؟ والجواب: لولاها ما بقينا على قيد

الحياة. وكيف يحصل الإنسان على ذلك وهو يحتاج كل يوم إلى قدر كبير من الأكسجين يصل إلى ١٥ ألف لتر (١٦ كيلو جراما) ، وهذا يفوق كل ما يستهلكه من ماء وغذاء في اليوم الواحد ؟ والجواب : يحصل على ذلك من خلال الرئتين. وهل يكفى حجم ومساحة هاتين الرئتين الضئيلتين فى هذا الجسم المحدود لإمداده بكل هذا القدر من الأكسجين؟. والجواب : إنهما قد تتثنيان وتتعرجان وتتفصصان من الداخل لدرجة أنهما لو فردتا لكانت مساحتهما تساوى من ٥٠ إلى ٩٠ مترا مربعا وهذا يعنى أنهما تعادلان ٥٠ مرة قدر مساحة سطح الجلد الذى يغطى جسم الإنسان ، ولوجد أيضا أنهما تحويان من الشعيرات الدموية التى تنزح الأكسجين من داخلهما إلى جميع أنسجة الجسم ما يبلغ طوله ١٤٠٠ كيلو مترا.

وبنفس النهج فإن مخ الإنسان يشغل حجما يساوى ١٤٠٠ سم٢ ويحوى ما بين ١٢-١٤ ألف مليون خلية عصبية ، كل منها يؤدى دورا محددا. إذ تمتد منها وصلات عصبية تتم عن طريقها الاتصالات التى تسرى فى الجسم على هيئة نبضات تشكل تيارا كهربيا. وعدد هذه الوصلات العصبية يبلغ مائة بليون بليون وصلة. وإذا وصلت معا الوصلات العصبية الموجودة فى بوصة مكعبة واحدة فقط من المخ لبلغ ١٦ ألف كيلو متر أى أن مجموع أطوال الوصلات العصبية فى مخ الإنسان يبلغ ٦٠٠ ألف كيلو متر ، وهى مسافة أكبر من طول المسافة بين الأرض والقمر بحوالى مرتين.

رأيت الله فى دقة تصميم الآلية التى بها تستمر الحياة. هل من

مخلوق لا يتناسل أو يتكاثر؟. كلٌّ يتناسل أو يتكاثر بطريقته. هذا يشطر نفسه إلى جزءين لا يلبثا أن ينموا ثم يعيد كل منهما سيرة ما حدث. وذاك يحتوى على أعضاء للتناسل تنشأ من نوع واحد من الخلايا الجنينية التى سرعان ما تتميز إلى خلايا مذكرة تؤدى إلى تكرار الذكورة وخلايا مؤنثة تؤدى إلى تكرار الأنوثة. ومن ثم تواجدت الذكورة والأنوثة. وتتشابه الأعضاء التناسلية تشابها نسبيا فيما بين المخلوقات التى تحويها. كما أن الخصية يقابلها المبيض وقناة البيض يقابلها قناة المنى.

ولاستمرار الحياة يتقابل الحيوان المنوى بالبويضة ويحدث الإخصاب. ويستمر ذلك بنظام متماثل نسبيا فى كل المخلوقات حتى يتكون الجنين. وتتطلع إلى جنين المخلوقات ذوات العمود الفقارى وهو فى بداية تكونه، فتحار هل هو جنين إنسان أم جنين سمكة أم جنين سحلية أم جنين طائر؟. ثم يمضى الجنين فى نموه حتى يتميز ويزداد وضوحا وتكتمل خصائصه ويتفرد عن غيره.

وإنه أمر مذهل وعجيب أن تتأمل نشأة هذا الجنين. إنه ينشأ من خلية واحدة، لا تلبث أن تنقسم إلى اثنتين ثم إلى أربع ثم إلى ثمان وهكذا حتى تصل إلى مئات الخلايا التى تأخذ معا شكل كرة جوفاء. ثم تتراص حول تجويف الكرة مما يعطيها منظر ثمرة التوت. ثم تتميز طبقة الخلايا المتراصة حول التجويف إلى طبقتين، خارجية وداخلية، ثم تنمو بينهما طبقة وسطى. وبذا يصبح للجنين النامى ثلاث طبقات، تعنى كلٌّ منها بتكوين

أعضاء وأنسجة بعينها، فالطبقة الخارجية هى التى تكون المخ والحبل الشوكى وأجهزة السمع والبصر والشم والذوق واللمس والجلد ومشتقاته كالشعر وغدد العرق. أما الطبقة الداخلية فتكون الجهاز الهضمى والجهاز التنفسى والكبد والبنكرياس والمثانة وقناة البول. وأما الطبقة الوسطى فتكون عضلات الجسم الإرادية وغير الإرادية والقلب والأوعية الدموية والجهاز البولى والجهاز التناسلى والأنسجة الضامة والعظام والغضاريف. والمحير هنا أنه كيف لخلايا الطبقات الثلاث - وهى متشابهة معا ونشأت من أصل خلية واحدة تكرر انقسامها - أن تتخصص فيما بعد وتتميز إلى كبد أو وعاء دموى أو قلب أو ذراع أو رئة أو عضلة أو غدة أو مخ أو عصب أو عظم أو عين أو أذن أو أنف أو لسان أو حتى حلمة لسان ؟.

رأيت الله فى هذا النظام الرائع الذى تسير عليه الحياة فى كل جوانبها. كل سالب من المخلوقات يقابله موجب، وكل موجب يقابله سالب. النبات ذكر وأنثى، والحيوان ذكر وأنثى، والإنسان ذكر وأنثى. حتى الكروموسومات تتقابل على هيئة أزواج، من كل زوج فرد يحمل شارة الذكورة وآخر يحمل شارة الأنوثة. وليست الزوجية فى المخلوقات وحسب. بل فى عناصر الكون الأخرى أيضا، فالذرة تحتوى على إلكترون سالب يقابله بروتون موجب. وفى الكهرباء أيضا، لا ينبثق الضوء إلا من وجود قطبين هما السالب والموجب.

ورأيت الله في توافق الإيقاع الزمني لكل المخلوقات، إذ تشترك كلها - حيوانات ونباتات - في الخضوع لساعة ذات مواصفات واحدة بداخل أجسامها، يسميها العلماء بالساعة البيولوجية، هي التي تجعلها تشعر بالزمن وتنظم إيقاع حياتها، وتشعرها بالجوع عندما يحين موعد تناول الطعام، وتسلمها للنوم في موعد النوم، وتبرد أجسامها ليلا وتدفئها نهارا. حتى النباتات تفتح أزهارها مستقبلة النحل والفراش في مواعيد محددة من النهار. ومعظمها أيضا تفتح ثغورها وتغلقها في دورة يومية منتظمة. ويعبر سلوك نبات عباد الشمس عن الإيقاع اليومي لعالم النبات. إذ يدور هذا النبات برأسه مع الشمس نهارا من الشرق إلى الغرب، وعند الغروب يعود فينكس رأسه. حتى المخلوقات الضئيلة كالفطريات والطحالب والبكتيريا والحيوانات الأولية تبين أيضا أنها تعرف الإيقاع الزمني للنشاط الحيوي في كل أمور حياتها، مثلها مثل الإنسان والحيوان والنبات.

إننا نمر كثيرا على العديد من أمور الحياة، في أنفسنا وفي طعامنا وفي شرابنا وفي البيئة التي تحيط بنا، وقد استهلكتنا الرتابة حتى صارت الحياة من حولنا وكأنها تدور بصورة آلية صماء.

كائنات لا حصر لها من حولنا. أجناس وأنواع وصنوف، عجيبة وغير عجيبة، كلها تدور عجلة الحياة فيها بقدرات ذات نهج لا قبل للعقل البشري بتصوره.

ورأيت الله في التوافق المحكم البديع الذى خلقت الحياة عليه بما يكفل لها البقاء والدوران، ويتمثل في وجود توازن دقيق في الطبيعة بين عمليات الإنتاج وعمليات الاستهلاك. ألم تر إلى دورات الكربون والنيتروجين والأكسجين والماء؟. كلها تبدأ وتنتهى بحكمة عظيمة. تدخل إلى الطبيعة كمية من هذه أو تلك وتخرج بالمثل كمية من هذه أو تلك. لا يطغى قدر على قدر، ولا شيء على شيء. ولو أن ظرفا ما أدى إلى حدوث تغيير ما، فإن بعض الظروف الطبيعية الأخرى تؤدى على الفور إلى تلافى آثار هذا التغيير. خذ، على سبيل المثال، دورة الكربون، حيث يتجلى فيها التوازن الدقيق بين عناصر البيئة، إذ يقوم النبات بامتصاص ثانى أكسيد الكربون من الهواء الجوى، ثم يستخدمه فى صنع ما يحتاجه من غذاء (بعملية البناء الضوئى)، وينطلق الأكسجين كناتج ثانوى، وتأتى عناصر الاستهلاك فتستخدم الأكسجين فى عملياتها الحيوية، للحصول على الطاقة، وتطلق بدورها ثانى أكسيد الكربون إلى الهواء، لتستخدمه بعد ذلك عناصر الإنتاج مرة أخرى، وهكذا.

وغاز الأوزون، النافع الضار، يوجد بنسب ضئيلة، لا تتجاوز الواحد فى المليون، فى الغلاف الجوى، وبالذات فى طبقة الاستراتوسفير، التى يبلغ ارتفاعها نحو ٥٠ كيلو متر فوق سطح الأرض، وكأن هذه النسبة مقننة لإحداث التوازن فى الكون. وهذا القدر من الأوزون فى طبقات الغلاف الجوى يسمح فقط بمرور ما قيمة ١٢٪ من الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس. وهذه

النسبة هى الملائمة للحياة على الأرض. ولو قل وجود الأوزون أو زاد عن ذلك لحدثت كارثة. إذ لو قل لزادت الأشعة فوق البنفسجية عن معدلها اللازم وفتكت بالكائنات الحية، بما فيها الإنسان بل وبالحياة عموما. ولو زاد قدر الأوزون فى طبقات الجو عن القدر الذى يسمح بمرور قدر الأشعة فوق البنفسجية المذكور لما نفذت الكمية الكافية من الأشعة فوق البنفسجية اللازمة لاستمرار الحياة.

(٢)
رأيت الله .. فينا

ثمة مصطلح رائع يعبر عن حقيقة عظيمة موجودة بداخل أجسام جميع الكائنات الحية، هو الاستقرار الذاتى Homeostasis، ويقصد به ما تستهدفه الآليات الحيوية فى الجسم للاحتفاظ بثبات الحالة الفيزيائية والكيميائية للمحيط الداخلى للخلايا، أو بمعنى آخر، هو غاية التعاون الكامل لجميع الأعضاء الحيوية للجسم، كأجهزة الهضم والتنفس ودوران الدم والإخراج والتوصيل العصبى والتوصيل الهرمونى، وغيرها. ويعبر الاستقرار الذاتى عن الانسجام بين عمل كل أعضاء الجسم لاستمرار الحياة. وبسبب عدم قدرة الخلايا على حماية أنفسها من أية تغيرات مؤذية فى المحيط الداخلى، لذا فمن الضرورى بقاء التكوين الكيميائى والفيزيائى للسائل النسيجى بين الخلايا ثابتا

بقدر المستطاع. والوظيفة الأساسية للدم فى الجسم هى المساعدة فى الحفاظ على هذا الاستقرار الذاتى. ولكى يتم هذا الأمر فإن على الدم أن يدور فى أرجاء الجسم طوال فترة الحياة. لكن ثمة عاملين يحاولان إفساد هذا الثبات، هما: التغيرات الخارجية المحيطة بالخلايا، مثل التغير فى درجة الحرارة، والتغيرات الداخلية التى تنجم عن أنشطة الجسم المختلفة، فى تركيزات الأكسجين والغذاء ونواتج الفضلات وأيونات الهيدروجين والهيدروكسيد والضغط الأسموزى والمحتوى الغروى ودرجة الحرارة. ولما كانت هذه المكونات تتغير باستمرار فإن ثبات الوسط الداخلى هو توازن ديناميكى، يتباين فقط في حدود ضيقة، منسجما مع بقاء الخلايا مؤدية لوظائفها. ومن هنا توصف المحافظة على ثبات الوسط الداخلى بالاستقرار الذاتى. فمن ذا الذى يعمل على التوفيق بين كل أجهزة الجسم ووظائفه لكى تسير فى اتجاه واحد هو استمرار الحياة؟

ومن المعلوم أن خلية أى كائن حى توجد فى وسط مائى، يحيط بها من جميع الجوانب. لكن مكونات المادة الحية المسماة بالبروتوبلازم، والموجودة بداخلها، لا تمر على الإطلاق إلى خارجها. كما أنه لا يمر أيضا ماء الوسط المحيط خارج الخلية إلى المادة الحية داخلها، وكذلك تمر المواد الإخراجية من داخل الخلية إلى خارجها. أليس هذا تصميما وتنظيما فى منتهى الدقة والإحكام والحكمة. فمن المصمم ومن المنظم؟

ومن أهم مفردات الاستقرار الذاتي، الهضمُ وما يتبعه من تفاعلات كيميائية حيوية؛ وهو يسير في الإنسان وغيره من الكائنات الحية على نفس النهج؛ إذ يهضم الطعام من خلال جهاز هضمي بإنزيمات وتفاعلات كيميائية متماثلة، ثم يحول إلى مادة سائلة تمتص وتدخل في تفاعلات كيميائية جديدة يتم من خلالها الحصول على الطاقة وبناء الجسم ونموه وتعويض أنسجته أو تجديدها أو ترميمها. تُرى، من ذا الذي صمم هذا النظام وجعله يدور بنفس الوتيرة وعلى نفس الشاكلة في الإنسان وغيره من الكائنات الحية؟.

وفي كل تلك التفاعلات الكيميائية، يدخل الأكسجين كعامل ضروري لا غنى عنه. لذا، يوجد في كل الكائنات الحية جهاز مهمته توريد الأكسجين؛ هو في الإنسان رئتان، وفي الأسماك خياشيم، وفي القشريات أوراق حية ترتص كالكتب، وفي الحشرات شجيرات متفرعة، وفي الأوليات ثقوب دقيقة تقفل وتفتح حسب الطلب. تُرى من ذا الذي رتب لهذه العلاقة بين وظيفة كل من جهازي الهضم والتنفس في الإنسان وباقي الكائنات الحية؟.

وتعمل المعدة على تحويل الطعام الداخل من الفم في صورة صحيحة إلى كتلة لينة متجانسة تسمى الكيموس. ومن المفروض أن يمر الطعام وهو في هذه الصورة إلى الأمعاء. ولضمان أن يحدث هذا فإن ثمة عضلة عاصرة قوية Sphincter muscle تحرس مدخل الأمعاء، ولا تفتح لمرور الطعام إليها إلا بعد انتهاء عمل المعدة بصورة تامة.

تُرى كيف تعرف هذه العضلة الصماء أن المعدة قد فرغت من عملها وأن عليها – العضلة – إذن أن تفتح لمرور الطعام إلى الأمعاء؟!.

وأملاح الصفراء المسماة جليكوكولات وتاوروكولات الصوديوم هى جزء من عصارة الصفراء التى تفرز من المرارة، وتشكل ما قيمته ٩٪ منها، فى حين تشكل أصباغ الصفراء المسماة بالبيليروبين والبيليفردين ٣٪، ويشكل الماء ٨٦٪. أما الباقى وقيمته ٢٪ فهو من الكوليستيرول والأملاح غير العضوية. وهذا هو كل تركيب عصارة الصفراء. وما يدعو للدهشة هنا هو الدور العجيب لهذه الأملاح، فمن وظائفها أنها تعمل على امتصاص المواد الغذائية الدهنية والمواد الغذائية الذائبة فى الدهون كالكاروتينات وفيتامينات «أ» و«د» و«ى» و«ك»، وذلك بأن تتحد معها لتكون مواداً سهلة الامتصاص فى خلايا الأمعاء، ومن ثم تنقلها إلى الدم، لتجرى هناك عمليات كيميائية للاستفادة بها. وبعد أن يتم الامتصاص والنقل، تترك أملاح الصفراء المواد الدهنية فى الدم، ولا تجد لها سبيلا سوى الذهاب إلى الكبد، حيث تتجمع مع أصباغ الصفراء والماء والكوليستيرول والأملاح غير العضوية، ليرسلها إلى المرارة، بنفس نسبها المذكورة سلفا، على هيئة عصارة صفراوية تفرز مرة أخرى وتعيد نفس الدورة. هذه مواد جمادية لا تدرك ولا تعى، فكيف تتحرك فى هذه الدورة الرتيبة وبهذه النسب الدقيقة لتصل إلى مستقرها وتحقق أهدافها؟.

ولا يملك الجسم أية آلية للتخلص من الكوليستيرول الفائض عن حاجة الجسم. والطريقة الوحيدة للتخلص منه هي إفرازه من خلال المرارة عن طريق عصارة الصفراء، كما هو، أو بعد تحويله إلى أملاح الصفراء. وتظل النسبة بين تركيز كل من الكوليستيرول وأملاح الصفراء في حدودها الطبيعية، فإذا ما اختلت، يترسب الكوليستيرول على جدران القناة المرارية على هيئة بللورات تتحول فيما بعد إلى حصوات تسمى حصوات المرارة .Gall stonesتُرى من ذا الذى صمم هذه الآلية؟؛ ولم تظل فى النطاق الطبيعى فى بعض الأشخاص، وتختل فى البعض الآخر؟.

وتتحول المواد الكربوهيدراتية بعد هضمها إلى جلوكوز يتحتم عليه أن يلعب دوره المهم فى الجسم، من توفير للطاقة أو تحول إلى مواد أخرى لبناء الجسم. لذا فإن عليه أن ينتقل من فراغ الأمعاء إلى الدم. والمفروض أن يحدث ذلك عبر جدار الأمعاء. لكن ذلك لا يحدث إلا إذا توافر للجلوكوز ما يدفعه لكى يعبر جدار الأمعاء إلى الدم. والذى يقوم بذلك هو أيون الصوديوم. ولما كان تركيز هذا الأيون فى الناحية الداخلية من جدار الأمعاء أكثر منه فى الناحية الخارجية، فإن إنزيما خاصا يسمى Sodium ATPase يوجد على جدار الأمعاء، ويعمل كمضخة تضخ أيونات الصوديوم باستمرار، من الداخل إلى الخارج، معتمدا فى ذلك على الطاقة الكيميائية الموجودة فى جزئ أدينوزين ثلاثى الفوسفات .ATP ويسمى هذا الإنزيم بالفعل مضخة الصوديوم .Sodium pump وبذا يجد الجلوكوز ما

ينقله باستمرار من داخل الأمعاء إلى الدم. فمن ذا الذى رتب لوجود الصوديوم مع الجلوكوز؟؛ ومن ذا الذى دفع مضخة الصوديوم لفعل ما تفعل؟!.

وحين يحترق أو يتأكسد جزئ واحد من الجلوكوز فى الجسم بالتفاعلات الكيميائية الحيوية فإنه يعطى قدرا من الطاقة يساوى ٣٨ جزيئا من المركب الغنى بالطاقة أدينوسين ثلاثى الفوسفات، ATP ولما كان كل جزئ من هذا المركب يعادل ٨ آلاف سعر حرارياً، فإن ما ينتج من طاقة عند احتراق أو تأكسد جزئ الجلوكوز فى الجسم يعادل ٣٨ × ٨ آلاف سعر حرارى = ٣٠٤ ألف سعر حرارى. وإذا ما أُحرق جزئ الجلوكوز فى أنبوبة اختبار بالمعمل فإنه يعطى طاقة قدرها ٦٧٣ ألف سعر حرارى. لذا فإن كفاءة الخلية الحية تبلغ تقريبا نحو ٤٥٪. وبالنظر إلى كفاءة كل الآلات التى اخترعها الإنسان نجد أن كفاءة أفضلها فى حرق الوقود حرقا نهائيا لا تتعدى ٣٠٪. وبمقارنة كفاءة الآلة الحية وكفاءة الآلة المصنوعة نجد أن الأولى تزيد كثيرا عن الثانية. وهل يضاهى صنع الإنسان صنع صانعه؟.

وقد يتساءل سائل لم لا تكون كفاءة الآلة الحية للخلية عند حرق جزئ الجلوكوز تامة وليست ٤٥٪ فقط؟. والجواب هو أن باقى الطاقة الكلية لجزئ الجلوكوز، ويبلغ نحو ٥٥٪، هى ما يحتاجه الجسم بالضبط للحفاظ على ثبات درجة حرارته والحصول على الدفء الملائم له. تُرى من ذا الذى دبر هذا؟.

ولكى يحفظ الدمُ للجسم استقراره الذاتى فإنه يعمل على توازن حرارته ؛ ويحدث هذا من خلال آليتين مهمتين : إحداهما فسيولوجية ، وفيها يقوم الدم بنقل المعلومات عن درجة حرارة الجسم إلى (غدة تحت السرير البصرى) ، الموجودة فى قاعدة المخ ، لتعمل على حفظ حرارة الجسم عند المستوى الطبيعى ، فتضيق الشرايين فى حالة البرد ، فيقل فقدان حرارة الجسم للخارج . وعند اشتداد الحرارة ، يساعد الدم على فقدان حرارة الجسم للخارج بتوسيع الأوعية الدموية . والآلية الثانية فيزيائية ، وتتمثل فى ارتفاع الحرارة النوعية للدم ، الأمر الذى يجعله قادرا على خزن كمية من الحرارة يبدأ بإطلاقها فى حالة البرد الشديد . وهو أيضا يتصف بقدرته العالية على التوصيل ، فينقل الحرارة بسرعة من الأنسجة العميقة إلى سطح الجسم ، مما يقى الأنسجة العميقة من التلف بفعل شدة الحرارة . كما يتصف بارتفاع حرارته الكامنة للتبخير High latent heat of evaporation فيحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة لكى يتبخر . وبما أن ماء الجسم يتبخر باستمرار فى الرئتين والجلد أثناء اشتداد الحرارة فإن ذلك يؤدى إلى فقدان كمية كبيرة من حرارة الجسم فتنخفض حرارته ويبرد . تُرى من ذا الذى يوجه سائلا فى الجسم كالدم للقيام بتلك الأفعال ؟ .

وفى الدم تسرى بعض البروتينات بنسبة محددة وبطريقة منظمة ومقننة . وهى تذهب هنا أو هناك لتؤدى أعمالا ومهاما فى غاية

الأهمية، فهى مثلا مستعدة لوقف نزف الدم عند حدوث جرح فى أى وعاء دموى، إذ أنها جزء من عوامل التخثر التى يستدعيها الجسم فى هذه الحالة. وهى التى تعطى الجسم المناعة. وهى التى تنظم حجم الدم وضغطه. وبرغم قلتها فهى تمد الجسم بحاجته من البروتينات، خاصة عند تعرضه لنقص فى أحد أنواعها ذات القيمة الحيوية العالية. والوظيفة الأهم لهذه البروتينات تكمن فى أنها هى التى تحدد فاعلية الهرمونات، فالهرمونات تفرز من الغدد لتمر فى الدم. ولكل هرمون غرض أو وظيفة فى نسيج أو عضو قد يبعد كثيرا عن موقع إفراز الهرمون. ولكى يقوم الهرمون بفاعليته فى النسيج أو العضو الذى أفرز لأجله هذا الهرمون، فإن هذه البروتينات ترتبط معه أثناء سريانه فى الدم فتمنع فاعليته حتى يصل إلى النسيج أو العضو موضع التأثير، حيث ينفصل عن البروتين المرتبط به، فيقوم بعمله فى الموقع الذى وصل إليه دون إهدار لأى قدر منه. أما البروتين فيعود ثانية ليعيد الكرة. تُرى من ذا الذى يدفع هذه الجمادات لتفعل هذه الأفعال غير البسيطة؟.

وخلال دوران الدم فى الجسم لتحقيق الاستقرار الذاتى يقوم بتنظيم إفراز الهرمونات من الغدد، فعندما يزيد معدل أحد الهرمونات فى الدم عن المعدل الطبيعى يقل إفرازه. وعندما يقل معدله يزيد إفرازه. ويحدث هذا تلقائيا بعملية دورية تسمى التغذية العكسية .Feed-back تُرى من ذا الذى رتب لدورية هذه المواد فى الدم؟.

ومن المذهل أن الجسم يعمل على حفظ سيولة الدم داخل الأوعية الدموية، و يعمل فى نفس الوقت على حفظ قابليته للتخثر خارج تلك الأوعية. هذه لحكمة وتلك لحكمة، فلو لم يحدث الحفظ لسيولة الدم داخل الأوعية لكانت الجلطة التى تتداخل مع دوران الدم فتغلق الأوعية الدموية. بل قد يحدث أن تذهب إلى القلب أو إلى المخ فتؤدى إلى السكتة. وأحيانا قد تسبب موت الأنسجة فى مساحة محددة. ومن حسن الخلق أن يوجد فى مجرى الدم إنزيم يسمى البلازمين يعمل على تحليل بروتين الجلطة المتكونة من مادة الفيبرين. أما قابلية الدم للتخثر خارج الأوعية، فإن لم تحدث لاستمر النزف بلا توقف عند حدوث أى جرح فى الجسم. ويظل الدم داخل الوعاء الدموى سائلا وبدرجة لزوجة معينة من شأنها أن تحفظ ضغطه عند حد معين. لكن إذا ما جرح الوعاء الدموى فإن الجسم يفجر الصفائح الدموية، بمنتهى السرعة، بمجرد تلامسها مع الهواء لتخرج منها مادة منشطة تسمى الثرومبوبلاستين، كما يستدعى عوامل عديدة فى الدم تسمى عوامل التخثر. وعلى الفور تحدث فيه عدة تفاعلات كيميائية، لا تستغرق أكثر من ثوان معدودة، تتكون من محصلتها خثرة على هيئة سدادة تسد الجرح، فيتوقف نزف الدم عند فتحة الجرح الذى أصاب الوعاء الدموى، فى حين يظل الدم سائلا بداخل الوعاء. تُرى من ذا الذى يوقف مرور الدم عبر فتحة الجرح، فى حين يجعله يمر بسهولة بداخل الوعاء الدموى، أو من ذا الذى جعل سيولة الدم عند الوعاء الدموى المجروح

أمـرا خـطـيـرا فـى حـين يـجـعـلـه داخل الـوعـاء الـدموى الـسـلـيم أمـرا ضروريا ؟ .

إن المكـون الأكـبـر لخلـيـة الـدم الحـمـراء صـبـغ مـهـم، أحـمـر اللـون ، يعرف بالهيموجلوبين؛ وهو الذى يعطى الدم لونه الأحمر . ولما كان عـمـر خـلـيـة الـدم الحـمـراء لا يـزيـد عـن ١٢٠ يـومـا ، بـعـدهـا تـشـيـخ وتتهدم، لذا فإن الهيموجلوبين ينطلق منها فور تهدمها ويتحلل إلى جزءين : هيم، وجلوبين. ومن الهيم يتحرر الحديد، الذى يستعمل مباشرة فى تكوين خلايا دم حمراء جديدة. وإذا زادت كمية الحديد المتحررة من الهيم مضافا إليها كمية الحديد الموجودة فى الغذاء عن الحد المطلوب، فإنه يخزن بصورة رئيسية فى الكبد، وبصورة أقل فى نـخـاع الـعـظـام والـطـحـال ، وذلـك فى صـورة مـعـقـدة من الـبـروتـين والحـديـد . أمـا بـاقى جـزئ الـهـيم فـيـتـحـول إلى مـركـبـى الـبـيـلـيـروبـين والـبـيـلـيـفـرديـن ، اللـذين يـزالان من الـكـبـد مع عـصـارة الـصـفـراء . أمـا الجلوبين المتحرر من الهيموجلوبين فهو بروتين يذهب إلى مستودع البروتين فى الجسم، ويستخدم لبناء هيموجلوبين جديد، وبروتين لأنسجة الجسم، وهرمونات وإنزيمات، أو يكسر لاستخلاص الطاقة الكـامـنـة فـيـه . تُـرى من ذا الـذى يـوزع تـلـك الأدوار عـلى الأنـسـجـة والأعضاء؟ .

وفى الأماكن المرتفعة والجبلية العالية يقل الضغط الجوى، ويقل معه الضغط الجزيئى للهواء، بما فيه غاز الأكسجين. وهذا يعنى نقص نسبة الأكسجين فى هواء تلك الأماكن. ونتيجة لنقص هذا الغاز

المهم يصاب الإنسان بالدوار. وينبه نقص الأكسجين نخاع العظام لكى يصنع مزيدا من خلايا الدم الحمراء يصل بها إلى نحو ٧ مليون خلية فى السنتيمتر المكعب الواحد من الدم، أى بزيادة ٢ مليون خلية، وذلك - بالطبع - كافٍ لتعويض النقص فى كمية الأكسجين.

وتبدأ أعراض نقص الأكسجين بالظهور ابتداءً من ٣٦٥ مترا فوق سطح البحر. وأهم هذه الأعراض النعاس والتعب العضلى والصداع والقيء والشعور بفرط الانتشاء. وتزداد الأعراض حدة كلما ازداد الارتفاع، فعند ارتفاع ٧٠٠٠ مترا تحدث تشنجات وأحيانا إغماء. وإذا ظل الإنسان فى المرتفعات فترة من الزمن فإنه يتأقلم تدريجيا مع ظروف نقص الأكسجين، فيقل تأثير هذا النقص على الجسم. ويتم ذلك بزيادة الأوعية الدموية فى الرئتين، وزيادة عدد خلايا الدم الحمراء، وبالتالى زيادة هيموجلوبين الدم، لنقل أكبر قدر من الأكسجين. ترى من هو صاحب كل هذا التنسيق البديع؟.

أما بقية خلايا الدم التى تخلو من الهيموجلوبين فيطلق عليها الخلايا البيضاء. وهى تدافع عن الجسم بما لها من قدرة على التهام الأجسام الغريبة والميكروبات التى تهاجمه. وتسمى عملية الالتهام هذه بالبلعمة. وهذا لا يكون إلا بعد أن تفرز مادة كيميائية مهمة، تسمى الليمفوكين، من بعض خلايا الدم البيضاء الأخرى، وبالذات الخلايا اللمفية التائية T-Lymphocytes، لكى تعمل على تشجيع الخلايا المدافعة على القيام بعملية البلعمة. ومن العجيب أن هذه

الخلايا المدافعة تستميت في الدفاع عن الجسم، بأن تخرج عن مسارها في مجرى الدم، وتسعى بين الأعضاء والأنسجة المختلفة، باحثة عن أى جسيمات غريبة أو ميكروبات للقضاء عليها. وفى قتالها هذا، قد تهزم قبالة الغزاة من الأجسام الغريبة والميكروبات، فتهلك دونها. فمن يوجه هذه الخلايا الباسلة؟.

وفى منظومة الاستقرار الذاتى بجسم الإنسان جهازٌ يعنى بإخراج المواد الضارة منه، ويتمثل أساسا فى الكليتين، وتتألف كل منهما من وحدات صغيرة تسمى الوحدات البولية أو النفرونات، التى يصل عددها إلى مليون ومائتى ألف وحدة، يعملُ كلٌ منها عمل الكلية بمنتهى الدقة، وتبدو فى عملها كأنها المصفاة التى ترشح البول وتستخلصه من الدم عبر أنابيبها الدقيقة.

والتساؤل هنا: ما العلة فى أن يوجد بجسم الإنسان مليونان وأربعمائة ألف وحدة بولية كل منها تعمل عملا واحدا هو عمل الكلية؟. قطعاً، يفوق هذا العدد حاجة الكليتين ومن ثم حاجة الجسم. ألم يكن يكفى واحدة أو اثنتان أو ثلاثة أو حتى عشرة؟. والجواب: إنه كثيرا ما يتعطل أو يفسد بعض هذه الوحدات، فيكون ثمة بديل أو احتياطى مما يتبقى. وأحيانا ما نجد أن شخصا يعيش معيشة سوية بثلث أو ربع كلية فقط.

ولما كان عمل الكلية يتلخص فى القيام من خلال وحداتها البولية بترشيح واستخلاص البول من الدم فإنها فى ذلك تعمل عملا دؤوبا، فترشح من الدم نحو ١٨٠ لترا يوميا. ولما كان هذا الراشح يحوى فى

بداية ترشيحه موادا نافعة، كالماء والجلوكوز والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والأملاح والهرمونات والفيتامينات، وهذه تشكل ٩٩٪ من كميته، فإن الجسم يعيد امتصاص هذه القيمة مرة أخرى، ويتبقى ١٪ فقط منه يخرج على هيئة بول. وتبلغ كمية السائل الذى ترشحه الكليتان من الدم لاستخلاص البول منه نحو ١٨٠ لترا يوميا. وهذه كمية كبيرة جدا تصل نسبة الماء فيها إلى ٨٨٪ أى ١٥٨,٤ لترا. ولو خرجت هذه الكمية من الماء من الجسم لتعرض حتما إلى نقص شديد فى محتواه المائى، ومن ثم يتعرض لخطر الجفاف والموت، لو لم تحدث إعادة امتصاص لأكبر قدر من هذا الماء مرة أخرى؛ فللجسم نسبة ثابتة من الماء، الذى يدخل فى تركيب كل خلاياه وأنسجته وأعضائه وعصاراته الهاضمة ويعمل على حفظ حرارته، كما لا تتم كل التفاعلات الكيميائية الحيوية الداخلية بدونه.

وليست إعادة امتصاص الجسم للماء مرة أخرى عملية سهلة، إذ أن هرمونا مهما هو الذى ينظمها لكى يعيد إلى الجسم الكمية المطلوبة من الماء، لتفى باستكمال محتواه الثابت. هذا الهرمون هو الهرمون المضاد للإدرار ADH) Anti-diuretic hormone. وهو يصنع فى غدة تقع فى قاعدة المخ تسمى تحت السرير البصرى Hypothalamus ثم يرسل إلى غدة أخرى هى الغدة النخامية Pituitary gland التى تقع أسفل غدة تحت السرير البصرى فى قاع الجمجمة. ومن هذه الغدة ينتقل الهرمون إلى الدم حتى يصل إلى الكليتين.

ويدعو عمل هذا الهرمون فى الكليتين إلى التعجب، فعندما تكون كمية الماء فى السائل الراشح من الدم عبر الوحدات البولية أكبر من حاجة الجسم، يقل إفراز الهرمون إلى الحد الذى يسمح بطرد الزائد من الماء. أما عندما تكون كمية الماء فى السائل الراشح من الدم عبر الوحدات البولية قليلة، كما هو الحال عند الامتناع عن تناول الماء، فإنه نتيجة لتحفيز زيادة تركيز المواد النافعة لغدة تحت السرير البصرى يزيد إفرازها للهرمون إلى الحد الذى يجعل جدران الوحدات البولية شديدة النضوحية للماء، ومن ثم يمتص مرة أخرى، ويعود إلى الدم، مما يسمح بضبط المحتوى المائى للجسم. ترى من ذا الذى يحدد لكل عضو دوره وكل إفراز قدره وكل مكون مستقره؟.

وفى نهج القدرة الإلهية، نرى أن كل المؤثرات التى يتعرض لها جسم الإنسان والكائنات الحية الأخرى، سواء كانت مؤثرات حرارية أو ضوئية أو ميكانيكية، تمر فيه - دون تمييز بينها - على هيئة نبضات عصبية متتابعة تشكل تيارا كهربيا له جهد واحد؛ فكيف يعرف الجسم، حين يأتى بردة الفعل، أن هذا المؤثر حرارة أو برد أو ضوء أو ضغطة أو لدغة أو قرصة أو أو ...؟. ربما يجيب مجيب بأن ثمة مناطق معينة بالمخ يتم من خلالها إدراك الإحساس بهذا أو ذاك، لكن يبقى التساؤل قائماً: كيف يميز المخ بينه، وهى لديه سواء.

ومن نهج القدرة الإلهية أيضا ما نراه ماثلا فى الحياة من خلق الشر والخير والضار والنافع والمؤذى والمفيد. وعلى مستوى الإنسان يوجد بنواة كل خلية عدد من الجينات المسرطنة Oncogens يبلغ نحو مائة جين، يسبب

حدوث الطفرات (التغيرات) بأحدها الإصابة بالسرطان. ويختلف مكان الجين باختلاف نوع السرطان ومكانه. وإلى جانب هذه الجينات المسرطنة توجد جينات أخرى مثبطة للأورام، يبلغ عددها ١٢ جيناً، مهمتها كبح جماح الجينات المسرطنة. كما أن ثمة إنزيمات لا هم لها إلا منع حدوث الطفرات فى الجينات، من خلال صيانة وإصلاح العيوب التى قد تحدث فى الحامض النووى دى أكسى ريبونيوكليك د ن أ DNA، وتسمى إنزيمات إصلاح الـ د ن أ، وذلك بالمحافظة على عدم حدوث أى خطأ فى عملية نسخ القواعد النيتروجينية أثناء انقسام الخلايا، ولكى تظل دون حدوث أى تغيير فيها. ولا يمكن أن نقدر أهمية عمل هذه الإنزيمات إلا إذا علمنا أن السرطان ما هو إلا تغير فى تركيب الحامض النووى دى أكسى ريبونيوكليك د ن أ بحدوث طفرة فيه.

وإلى جانب الخلايا السرطانية التى قد تظهر بالجسم، توجد خلايا أخرى مضادة تسمى بالخلايا القاتلة الطبيعية، مهمتها الأساسية تحجيم الأذى والضرر الناجمين عن الخلايا السرطانية عند بدء انتشارها. ويفرز الجهاز المناعى موادا مناعية تساعد هذه الخلايا على النضوج للقيام بمهمتها. وتظل هذه الخلايا المضادة للسرطان قوية فعالة فى الجسم طالما كان الجهاز المناعى قوياً، لكن حين يضعف جهاز المناعة، بسبب التلوث البيئى، أو العدوى، فإن تلك الخلايا تفشل فى التصدى للخلايا السرطانية. خلق الخير والشر وخلق النافع والضار وخلق المؤذى والمفيد وكل لا يطغى على الآخر إلا بقدر. تُرى من ذا الذى يقدر أن يوازن بين هذا وذاك بمثل تلك الحكمة؟!.

(٣)
رأيت الله فى أصغر ما فينـا ...

إنها أصغر ما فينا .

شيء يكتظ بأعظم الأسرار وأجل الخبايا .

أصغر ما فينا هو ذلك الشيء الضئيل الخارق المسمى بالخلية ، فيها انطوت عبقرية الإعجاز وانغمد سحر الحياة . إنها أعقد فى التصميم والتركيب والعمل من سفينة فضاء تشق عنان السماء . إنها تحوى مكونات يعمل كل منها بكفاءة أدق بكثير من كمبيوتر ذى مواصفات مذهلة ، لم تفكر بعد فى ابتكارها الشركات المعنية بتقنية الكمبيوتر ؛ ومع ذلك دعنا نقبل الحد الأدنى من المماثلة ونوافق على أن نطلق عليها كمبيوتر مركب أو مجموعة كمبيوترات وحسب .

وفى جسم الإنسان، على سبيل المثال، ٦٠ بليون خلية تتضافر معا لتعزف معزوفة رائعة، اسمها: الحياة، دون أن تتدخل يدٌ لتنظم أو تحدد لها ماهية العمل.

والخلية هى وحدة البناء الأولى فى تركيب جسم أى كائن حى، فكما يتكون البناء من غرف، وتتكون الغرف من جدران، وتتكون الجدران من قوالب، فإن جسم الكائن الحى يتكون من أعضاء، تتكون من أنسجة، تتكون بدورها من خلايا. والخلايا أنواعٌ، منها الطلائية والعضلية والعصبية والعظمية وخلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء. ولكل موقع ووظيفة. لكن ثمة ميزة تتفق فيها كل تلك الأنواع معا، هى محتواها من العظمة والعبقرية.

وإن توخينا التبسيط، فالخلية عبارة عن كتلة صغيرة من المادة الحية، هى البروتوبلازم، يحيطها من الخارج غشاء مكين، وتتوسطها نواة محكمة تضطلع بتصنيع أهم مواد الحياة وهى البروتينات. كما تعمل شبكة كبيرة منظمة، تسمى الشبكة الإندوبلازمية، على توصيل المواد المصنعة ما بين أجزاء الخلية، من جهة، ومن الخلية إلى خارجها، من جهة أخرى. أما ما يفيض عن الحاجة من المواد المصنعة فثمة جهاز دقيق خصص لها، يتكون من حويصلات خازنة، هو (جهاز جولجى). كما أن بالخلية جهازاً إلكترونيا منظما ودقيقا لتوليد الطاقة يسمى ميتوكوندريون. ويوجد بها أيضا جسم مركزى يتألف من جسمين أسطوانيين يسمى كل منهما سنتريول. وكلاهما ينظمان بدقة وإحكام انقسام الخلية خلال عملية التكاثر.

أما قوام المادة الحية المسماة بالبروتوبلازم فهو هلامى نصف صلب أو نصف سائل، يمكنه التحول السريع من حالة السيولة إلى حالة الصلابة أو العكس، وفيه تعلق تجمعات من جزيئات عديدة، تدور فى حركة دائمة. وأكثر العناصر الكيميائية وفرة فى البروتوبلازم هو الأكسجين الذى يشكل نسبة ٦٢٪، يليه الكربون الذى يشكل نسبة ٢٠٪، والهيدروجين بنسبة ١٠٪، والنيتروجين بنسبة ٢,٥٪. وأما النسبة الباقية من البروتوبلازم فتشكل من ٤ إلى ٥٪، وتمثل بعناصر تدخل فى تكوينه بمقادير ضئيلة ومختلفة، مثل الفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والكلور والصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم والنحاس والحديد والزنك والكوبلت والمنجنيز.

مجسّم الخلية ... أصغر ما فينا

ويشير التحليل الكيميائى لخلية نموذجية تامة النمو من جسم الإنسان أو الحيوان إلى أنها تتكون من ٧٠٪ ماءً، و١٥٪ بروتيناً، و١٠٪ دهوناً، و١٪ كربوهيدرات، و٤٪ مواداً غير عضوية. ولقد أغرى هذا التركيب الخلوى كثيرا من العلماء، خاصة علماء الكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية، فقاموا من خلال تجارب مختبرية عديدة بعمل توليفة كيميائية مماثلة، بنفس المكونات ونفس القدر، لكنها لم تقم بالتفاعلات الكيميائية الاعتيادية التى تدور فى أية خلية، كما أن هذه التوليفة لم تظهر أيا من خواص الحياة أو أنشطتها التى دعت إلى تسمية البروتوبلازم بالمادة الحية.

شيء معجز بل ومحير .

ويقودنا هذا إلى سؤال عظيم : كيف تكون هذا النظام البالغ التعقيد ؟ !

يرى نفرٌ من العلماء أن مؤثرات فيزيقية قد تهيأت لمكونات الخلية فعملت على تآلفها ، لينتج هذا التكوينُ الخارق الذى نسميه الخلية . وقد توصل أحد العلماء ، عام ١٩٥٥ ، إلى تخليق مركبات كيميائية معقدة مثل الأحماض الأمينية الموجودة فى بروتين الخلية ، باستخدام شرارة كهربية فى جو غازى مكون من بخار الماء والميثان والأمونيا والهيدروجين . هذه الأحماض الأمينية هى التى يتكون منها بروتين الخلية . وذلك أحد المكونات وحسب ؛ فماذا عن المكونات الأخرى للخلية ؟ . وماذا عن اتفاقها جميعا لتكون مركباً واحداً ؟ وكيف للشرارة الكهربية أن تتواجد فى الخلية ؟

الخلية هى سر الحياة ، فيها ومنها تنشأ . فى البداية ، تأتى خلية من الذكر (حيوان منوى) فتتحد مع خلية من الأنثى (بويضة) ، لتتكون خلية مزدوجة لا تلبث أن تنقسم مراراً ، حتى تدب فيها الروح ، وينشأ فيها جنين جديد يفور بالحياة .

وكما أن الخلية هى سرُّ الحياة فإنها هى سر الموت أيضا . منها يبدأ هذا الحدث الجلل وفيها يحدث . إنها تحوى ، ضمن ما تحوى ، جهازا يأخذ شكلا بيضاويا أو كرويا أو غير منتظم ، يسمى الجسم المحلل أو الليسوسوم ، له غشاء رقيق يحوى بداخله قدرا كبيرا من إنزيمات التحليل المائى ذات التأثير الحامضى القوى ، الذى يستطيع هدم وتحليل الكربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية .

وعندما تهرم أو تتلف الخلية، وينعدم وصول الأكسجين إليها، يطلق هذا الجهاز محتوياته الإنزيمية فتفنى الخلية نفسها. ومن مجموع ما يحدث فى الخلايا كلها يكون الموت والفناء.

وثمة خاصية بالخلية تدعو إلى التعجب، فهى محاطة بالماء على الدوام، وبرغم ذلك لا يمر شيء قط من هذا الماء المحيط إلى المادة الحية فى الخلية، كما لا يمر شيء قط من مكونات المادة الحية إلى خارج الخلية؛ وفى الوقت ذاته يمكن للمواد الغذائية الذائبة المرور من خارج الخلية إلى المادة الحية بداخلها، وللمواد الإخراجية أن تغادر الخلية !

أى تحكم هذا؟!

إن التفاعلات الكيميائية المنتظمة التى تدور فى الخلية لتحويل نواتج الهضم إلى مواد بانية للجسم، وطاقة يؤدى بها أنشطته الحيوية، طويلة ومعقدة للغاية؛ لكنها أيضا سريعة ودقيقة للغاية وتدور بكفاءة بالغة، حتى يهيئ للمرء أنها تجعل من الخلية آلة ميكانيكية بارعة الدقة، بل وأكفأ من أى آلة أخرى.

مخطط مفصل للخلية وحولها تراكيبها ومكوناتها

ولنعد إلى وصف الخلية، فى نظامها البالغ التعقيد، بأنها بمثابة كمبيوتر مركب يتألف من عدة أجهزة، لكل منها أنظمة وبرامج تبادلية لا حصر لها. إنه وصف غير عادل، فالكمبيوتر لا بد له من عقل مبرمج يقوم بتغذيته بالمعلومات المطلوبة لتشغيله، فى اتجاه واحد، لهدف واحد؛ أما هذا النظام المعقد فإنه يدور فى أكثر من اتجاه ولأهداف عدة. ترى من ينظمه؟ وأى عقل هذا؟!

٣ - ١ : الخلية ... نظام فوق الحساب

الخلية بنيان فى غاية التعقيد، لكنه - فى نفس الوقت - غاية فى التنظيم؛ ومحتواها ليس ثابتا ولا جامدا، بل هو فى حالة حركة وتغير دائمين، إذ تجرى فيها عمليات تجديد وإحلال لكل ما يستهلك منها. وبالطبع فإن تلك العمليات تحتاج قدراً من الطاقة، بشكل مستمر، من أجل القيام بالأنشطة الآلية فى الخلية، ولبناء مواد كيميائية معقدة بهدف المحافظة على التنسيق الحيوى وتعويض الهالك من المكونات الخلوية.

إن هذه المواد المعقدة تميل مع الوقت إلى التحلل والتفكك تدريجيا إذا ما كانت فى وسط معزول عن أى تفاعل مع الخارج، وذلك لأنها بطبيعتها غير مستقرة. ولما كان استمرار بناء مركبات معقدة فى الخلية يعتمد على توافر مصادر الطاقة من خارجها، لذا ينبغى مداومة تغذيتها لكى تستمر.

وتحصل الخلية على الطاقة من خلال التغذى على مركبات معقدة عالية الطاقة، كالكربوهيدرات والبروتين والدهون، تتحول - بعد أن تهدم أو تهضم - إلى صور أبسط، فتنتقل من الجهاز الهضمى إلى الدم، ومن ثم إلى الخلايا، حيث تجرى عليها سلاسل تفاعلات كيميائية، وتمر بمسارات ودورات عديدة للاستفادة منها فى بناء ونمو الجسم وتوفير الطاقة له.

وينبغى ألا ننزعج من كثرة وتعدد سلاسل ومسارات ودورات التفاعلات الكيميائية التى تدور بداخل الخلية الواحدة، والتى لو

استعرضناها كلها بالتفصيل لملأت عشرات الصفحات، فمن هذه:

- مسار تحلل الجلوكوز، ويسمى أيضاً بمسار التنفس اللاهوائي، أو مسار إيمبدين مايرهوف Embden-Meyerhof pathway، ويحدث في سيتوبلازم جميع أنواع الخلايا في الإنسان والحيوان والنبات

- دورة كريبس Krebs cycle، أو دورة التنفس الهوائي، أو دورة حامض السيتريك، وتحدث في ميتوكوندريا جميع خلايا الإنسان والحيوان والنبات.

- سلسلة نقل الإلكترونات Electron transport chain، وتحدث في ميتوكوندريا جميع خلايا الإنسان والحيوان والنبات.

- مسار Pentose phosphate pathway، ويحدث في خلايا الدم الحمراء والكبد والأنسجة الدهنية.

- مسار تصنيع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluco-neogenesis pat، ويحدث في سيتوبلازم جميع أنواع الخلايا.

- تفاعلات نزع مجموعة الأمين التأكسدى Oxidative deamina-tion، وتحدث في خلايا الكبد فقط.

- تفاعلات نقل مجموعة الأمين Transamination، وتحدث في خلايا الكبد فقط.

- دورة البولينا (اليوريا) أو الأورنيثين Urea or Ornithine cycle، وتحدث في خلايا الكبد فقط.

- دورة أكسدة بيتا للأحماض الدهنية B-oxidation cycle of fatty acids، وتحدث في خلايا الكبد فقط.

ـ دورة حامض اللاكتيك أو دورة كورى Cori cycleK ، وتحدث فى خلايا الكبد وخلايا العضلات .

ـ مسار تصنيع الجليكوجين من مصادر كربوهيدراتية Glycogen-esis pathway ، ويحدث فى خلايا الكبد .

ـ مسار تحلل الجليكوجين ، ويحدث فى خلايا الكبد وخلايا العضلات .

ـ مسار تصنيع الدهون pathway Lipogenesis ، ويحدث فى الخلايا الدهنية :

ويشارك فى كل هذه التفاعلات إنزيمات مهمة ، يعمل بعضها فى اتجاه واحد ، ويعمل البعض الآخر فى اتجاهين متعاكسين . وفى بعض هذه التفاعلات تتحكم هرمونات عديدة فى بدء التفاعلات وإنهائها أو توجيهها الوجهة المنشودة لصالح الكائن الحى . وتجدر الإشارة هنا إلى خطورة دخول المواد الملوثة إلى الجسم وتعارضها مع تلك التفاعلات الكيميائية الدائرة فى الخلية .

وتتبادل هذه التفاعلات وتتداخل مع بعضا البعض بصورة مذهلة لصالح الجسم وما يحتاجه . إنها تبدو وكأنها فى طاحونة ، تفرم كل المواد لتحولها من شكل لشكل ، أو تحطمها تماما . ونتيجة لهذه التفاعلات يتخلف قدر من الماء وثانى أكسيد الكربون .

والمصدر الأساسى لكل تلك المركبات التى تشكل مواد الغذاء هو النبات . وهنا تبرز الأهمية الكبيرة لعملية البناء الضوئى لكل

الكائنات الحية . ولأن الحياة تمضى بصورة دائرية ، فالبناء الضوئى عملية تجرى فى النبات بصورة دائمة لتعيد بناء الغذاء من جديد ، إذ أن النبات لا يعتمد على كائنات حية أخرى للحصول على الغذاء والطاقة ، فلديه مادة خضراء ، هى الكلوروفيل ، توجد فى تراكيب متخصصة بالخلايا النباتية تسمى البلاستيدات . وللكلوروفيل قدرة على اقتناص ثانى أكسيد الكربون والماء وضوء الشمس ، ليصنع منها جميعا مركبات غنية بالطاقة الكيميائية كالجلوكوز والأحماض الأمنية ، يمكن للكائن الحى استغلالها من جديد للحصول على ما يلزمه من طاقة أو مادة حية .

٣ – ٢ : للخلايا أسرارها الخاصة

لكل خلية سرها الخاص بها الذى لا يشاركها فيه بقية الخلايا ، حتى وإن كانت تجاوره ؛ فهذه خلية فى البنكرياس تفرز هرمون الإنسولين ، وبجوارها وفى نفس المكان خلية تفرز إنزيما هاضما للبروتين .

تتجاور الخلايا فى الجسم الواحد ، لكن أهدافها وأغراضها تتعدد وتتباين . هذه خلية للهضم ، وتلك للامتصاص ، وثالثة للبناء ، ورابعة للإفراز ، وخامسة دفاعية ، وسادسة للتكاثر من أجل استمرار الحياة ، وسابعة للإخراج ، وثامنة للتخزين . وهذه خلية لاستقبال الإحساس وترجمته وتقييمه ، وأخرى لنقل الإحساس . وهذه خلية للإبصار ، أما هذه فهى للسمع ، وتلك للشم . وهذه خلية تبنى العظم ، وهذه خلية تبنى الغضروف ، وهذه خلية تبنى الألياف ، وهذه خلية تحرك

أعضاء الجسم بإرادتها ، وهذه خلية تحرك أعضاء الجسم بغير إرادتها . وبين هذه وتلك خلية توصل الدم بما فيه من غذاء وأكسجين لجميع الخلايا ثم تنقل فضلاتها إلى الخارج .

وتعمل أنواع معينة من البروتينات الملتصقة على سطح الخلية من الخارج كأنها (أنتيجينات) ، لتميز أجساما مضادة معينة تتفاعل معها . ويمكن أن تميز الخلايا من خواصها ، فمثلا يعتمد تصنيف فصائل الدم على وجود عوامل معينة على أسطح خلايا الدم الحمراء . كما توجد على أسطح الخلايا من الخارج مراكز استقبال خاصة للمواد الكيميائية المختلفة كالهرمونات والعقاقير . ومراكز الاستقبال هذه عبارة عن بروتين يرتبط ببعض الإنزيمات بنظام عمل محدد . وكثير من الخلايا ترتبط بمراكز الاستقبال الموجودة على سطح كل منها بمجموعات معينة من الإنزيمات تحدد تفاعلها مع العوامل المختلفة التى تتواجد فى محيط هذه الخلايا .

إنه عمل متناسق لجميع الخلايا وهى بجوار بعضها البعض كأنها فرقة موسيقية تعزف معزوفة رائعة اسمها الحياة .

خلايا ليس لها عقل ولا إدراك تتصرف بمنتهى البراعة والدقة والتنظيم . كلها تتناسق وتتناغم معا بحيث تحقق الاتزان والتوازن للكائن الحى فى النهاية .

فى كل ذلك تتوجه مفردات الخلية ومكوناتها لتحقيق الغرض المنشود . لكن ، يبقى السؤال : كيف لهذه المفردات والمكونات الصماء أن تدرى بمدى أهمية هذا الغرض عن ذاك ، حتى تكرس كل

جهدها لتحقيقه دون غيره؟. هل هى الإنزيمات الموجودة بالخلية والتى تنظم كافة التفاعلات الحيوية التى تتحكم فى اختلاف الخلايا عن بعضا البعض؟. وإذا كان هذا صحيحا فمن دفع بهذا الإنزيم أو هذه الإنزيمات دون غيرها، لتتسيد على خلية بعينها، فى حين يتسيد إنزيم أو إنزيمات أخرى على خلية أخرى مجاورة ؟. ترى من مرشدها وهاديها لهذا دون ذاك؟ وهل الخلية بعد كل هذا شىء أصم؟.

ربما تكون الإجابة على هذا هى التى دعت العلماء للمناداة، من خلال النظرية الخلوية، إلى أن الخلايا ما هى إلا كائنات حية، والحيوانات والنباتات ما هى إلا تجمعات من هذه الكائنات، مرتبة فى نظم معينة وحسب قوانين خاصة.

٣ - ٣ : عبقرية الخلية

ومن أهم خصائص الحياة القدرة على التكاثر؛ فالكائنات الحية متعدد الخلايا تنمو بتكاثر الخلايا. وللخلية عمر محدود، فإذا لم تتكاثر كان الفناء مصيرها. وكل يوم يفنى ويستهلك عدد كبير من خلايا الجسم ويستبدل بخلايا جديدة تنتج عن انقسام وانشطار بعض الخلايا الأصلية.

والنواة هى المسئولة أساسا عن انقسام الخلية لأنها تحمل العوامل الوراثية بداخلها، فى هيئة مزدوجة، فوق الأجسام الملونة المسماة بالكروموسومات Chromosomes، التى يتكون الواحد منها من شطرين، يدعى كل منهما كروماتيد .Chromatidوشكل

الكروموسومات وعددها ثابت فى خلايا كل كائن حى، مما يميزه عن بقية الكائنات الحية الأخرى. وجميع خلايا جسم الكائن الحى (عدا الخلايا الجنسية) تحوى نفس العدد من الكروموسومات. وكل كروموسوم يحوى عددا ضخما من الجينات Genes يصل إلى ثلاثين ألفاً فى كل خلية. وكل جين له موضع معين على الكروموسوم، يتحكم فى صفة من الصفات الظاهرة أو الباطنة للكائن الحى.

وعندما تنقسم الخلية إلى اثنتين يكون لكل من الخليتين الوليدتين نفس المكونات الوراثية، أى أن كل جين يجب أن يستنسخ إلى اثنين متشابهين تماما. وتتطلب عملية الانقسام أيضا استنساخ العديد من المواد الخلوية وتكوين أنواع كثيرة من الجزيئات الكبيرة التى تدخل فى تركيب الخلية.

ويتركب الجين من الحامض النووى (د ن ا)، الذى يتركب بدورة من سلسلتين من الوحدات التى تسمى نيوكليوتيدات .Nucleotides وكل سلسلة تكون على شكل شريط مواز للشريط الآخر. ويلتوى الشريطان معا حول محور مركزى تخيلى بشكل لولبى ليكونا لولبا مزدوجا. وكل نيوكليوتيدة تتركب من ثلاثة مكونات هى:

- قاعدة نيتروجينية
- سكر أحادى من نوع البنتوز الذى يحوى خمس ذرات كربونية
- مجموعة فوسفات

ويوجد من القاعدة النيتروجينية نوعان:

- بيورين (وهى أيضا نوعان: أدينين وجوانين)

- بيريميدين (وهى أيضا نوعان: سيتوسين وثيمين)

ويبدو شكل الحامض النووى د ن ا كالآتى:

P فوسفات P فوسفات

S— T —— A— Sسكر — ثيمين ——— أدينيـن ـ سكـر

P فوسفات P فوسفات

S— G —— C— S أو سكـر — جوانين ——— سيتوسين ـ سكـر

أو

P فوسفات P فوسفات

S— A —— T— S سكر — أدينين ——— ثيمين ـ سكر

P فوسفات P فوسفات

وكل قاعدتين متقابلتين تشكلان زوجا مرتبطا بواسطة روابط هيدروجينية. وتتوالى أزواج القواعد على طول الشريطين بمسافات منتظمة بما يشبه السلم.

وتتمثل المعلومات الوراثية التى يحملها جزئ الحامض النووى د ن ا فى عدد وتتابع أزواج القواعد. والجين الواحد يمثل منطقة معينة من جزئ د ن ا يتحدد هدفها فى تتابع هذه القواعد. وهذا التتابع يحدد بدوره نوع وتتابع الأحماض الأمنية فى جزئ البروتين.

والبروتين هو مكون أساسى من مكونات الخلية. وتتحدد وظيفة الخلية من خلال ترتيب جزيئات البروتين ونوع هذه الجزيئات وتنوعها بالنسبة لبعضها البعض؛ وذلك لأن هذه الجزيئات

البروتينية فضلا عن أنها تراكيب مهمة فى الخلية فإنها هى التى تحدد تكوين الإنزيمات الموجودة فيها، وتنظم كل تفاعلاتها الكيميائية، وتتحكم فى اختلاف الخلايا عن بعضها البعض، من حيث أنشطتها ودورها فى الجسم.

وبالعودة لانقسام الخلية المنشود من أجل استمرار الحياة يثور تساؤل مهم: كيف تحدث السيطرة على عملية انقسام الخلية، التى إن إشتطَّ نموُّها أدى إلى الأورام السرطانية؟؛ فما الذى يحدد إلى أى مدى تتكرر عملية انقسام الخلية، ومتى يتوقف؟؛ وما عدد مرات الانقسام المطلوبة لكى يصل عضوٌ معين فى الجنين إلى حجمه العادى، فى أى نوع من الكائنات الحية؟؛ وكيف يتوقف الانقسام بعد الوصول إلى الحجم العادى؟

ثمة افتراضات واجتهادات عديدة وضعت للإجابة على تلك الأسئلة، وأهمها:

أولا: أن الخلية عندما تنمو تكبر وتصل إلى حجم معين، يختلف حسب نوع الخلية ونوع الكائن، تختل علاقة التناسب بين حجمها والمساحة السطحية لجدارها اللازمة للتبادل الغذائى والغازى، أو بين حجم الخلية والغشاء النووى؛ فعندما تكبر الخلية تقل بالطبع المساحة السطحية لها نسبة إلى الزيادة فى حجمها، فتأخذ فى الانقسام لتعود إلى تناسب أفضل.

ثانيا: توجد مواد كيميائية ضابطة تدعى كالونات Chalones، تفرزها خلايا النسيج الواحد لعضو معين بقدر ضئيل. ومجموع

إفرازات الخلايا من هذه المواد يصل بها إلى تركيز حرج في الدم والأنسجة، هو الذى يتحكم فى عملية انقسام الخلايا . وإذا أتلفت أو أزيلت كمية من خلايا نسيج معين، كما يحدث عند إزالة جزء من الكبد أو الكلية، فإن تركيز هذه المواد ينخفض كثيرا عن التركيز الحرج، مما يحفز الخلايا لتنقسم حتى تعوض النقص.

٣ - ٤ : الكروموسومات

الكروموسومات Chromosomes هى خيوط دقيقة، أو قضبان قصيرة، بداخل نواة الخلية، وفى حالات قليلة خارجها. ويحمل كل منها عددا ضخما من وحدات تركيبية وراثية تسمى الجينات، تترتب طوليا عليه. ويطلق على الكروموسوم أحيانا (عربة الوراثة) لأنه يحمل العوامل الوراثية المسماة بالجينات. ويشغل كل جين موضعا معينا على الكروموسوم، يتحكم من خلاله فى صفة من الصفات الظاهرة أو الباطنة للكائن الحى.

وتعنى لفظة الكروموسومات الأجسام القابلة للصبغ. لذا فهى تسمى أحيانا بالأجسام الصبغية أو الصبغيات. وقد سماها فالديار Waldeyer عام ١٨٨٨م بهذا الاسم لأنه لاحظ أنها تصبغ أو تتلون فى اللحظة التى تبدأ فيها الخلية فى الانقسام.

وتتركب الكروموسومات، بما عليها من جينات، من بروتين من نوع الهستون، ومن الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن ا، بنسبة ٥٠٪ لكل من المكونين. وقد ظن كثير من العلماء فى أوائل القرن العشرين أن المادة الوراثية فى الكروموسومات هى البروتين

وليس الحامض النـووى د ن ا ، الذى لم يكن يعرف عنه فى ذلك الوقت شئ قط . لكن سرعان ما انجلت الحقيقة ، وتبين أن الحامض النووى د ن ا هو المادة الوراثية الثابتة بها وحسب ، وأن كميتها ثابتة فى كل خلية ، وعليها تحمل الجينات أو منها تتشكل . كما يدخل الحامض النووى ريبونيوكليك ر ن ا RNA أيضا فى تركيب الكروموسومات ، لكن بقدر غير محدود ، يتغير بين خلية وأخرى ، ومن لحظة لأخرى . ويرجع سبب هذا التغير فى هذه المادة إلى طبيعة وظيفتها ، إذ يناط بها نقلُ الأوامر والتعليمات الصادرة من كل جين بداخل نواة الخلية إلى خارجها . وبذلك تعد هذه المادة شاهدا على أنشطة الجينات ، حيث يتوقف إنتاجها إذا لم يعد لدى الجينات أى أوامر أو تعليمات تنقل .

وقد تحددت طبيعة عمل الكروموسومات ودورها فى الوراثة من خلال بحوث مهمة أجراها عالم الوراثة الشهير توماس هنت مورجان طيلة ١٥ عاما على حشرة ذبابة الفاكهة (دروسوفيلا ميلانوجاستر) ، واستحق عنها جائزة نوبل عام ١٩٣٣ ، وكان أول عالم وراثة يحصل على هذه الجائزة . وقد أخرج مورجان نتائج هذه البحوث فى نظرية شهيرة عرفت باسم نظرية الكروموسوما Chro-mosome theor وتقول : "الكروموسومات هى الجهاز المادى للوراثة ، وهى تحمل العوامل الوراثية ، أو الجينات ، فى ترتيب طولى عليها . وكل جين يشغل منطقة ثابتة خاصة به فى كروموسوم معين . وتكون مجموعةُ الجينات المحمولة فى نفس الكروموسوم فيما بينها ما

يعرف بالمجموعة الارتباطية، وهى تسلك سلوك الكروموسوم فى طريقة انتقالها من جيل إلى جيل. وتكون الجينات المرتبطة اتحادات جديدة نتيجة لعبور متبادل يتم بين بعضها البعض".

ويقابل كل جين على أحد الكروموسومات جينا نظيرا على الكروموسوم المقابل له يسمى (الأليل) .Alleleوهكذا تكون كل صفة وراثية واقعة تحت سيطرة زوج واحد من الجينات. وإذا كان جينا الصفتين المتضادتين ليسا بنفس القوة فإن صفة أحدهما تغلب على الأخرى وتسمى الصفة الأقوى بالصفة السائدة Dominant Recessive، على حين تسمى الصفة الأخرى بالصفة المتنحية trait وإذا كان لهما نفس القوة يكون لهما نفس السيادة، ويسمى .trait كل منهما بالصفة ذات السيادة المشتركة .Co-dominant trait

ولكل نوع من الكائنات الحية عدد وشكل ثابتان من الكروموسومات التى تتواجد فى أزواج متماثلة، فالإنسان عدد كروموسوماته ٢٣ زوجا والشمبانزى ٢٤ زوجا والأذرة ٢٠ زوجا والبازلاء ١٤ زوجا، وذبابة الفاكهة ٨ أزواج.

ويحمل المشيج الذكرى نصف عدد الكروموسومات الموجودة فى خلية الكائن الحى، فى حين يحمل المشيج الأنثوى النصف الآخر. وحين يحدث الإخصاب يقترن المشيجان معا، ويتجمع نصف عدد الكروموسومات من هذا ونصف عدد الكروموسومات من ذاك، فيتكون عدد الكروموسومات الزوجى المميز لكل كائن حى.

الكروموسومات والحامض النووى د ن أ والجين

وللكروموسومات أهمية بالغة فى تحديد جنس الفرد، هل هو ذكر أم أنثى؟. فى حالة الإنسان على سبيل المثال يوجد بنواة كل خلية من خلايا المرأة أو الرجل ٢٢ زوجا من الكروموسومات المتشابهة فى الحجم والشكل، وتسمى الكروموسومات الجسمية، بالإضافة إلى زوج من الكروموسومات الجنسية، يكون فرداه فى المرأة متماثلين ويرمز له بالرمزين XX؛ أما فى الرجل فيختلفان عن بعضهما، ويرمز لهما بالرمزين .XY من هذا يتضح أن كروموسومات الرجل، وليست المرأة، هى التى تحدد جنس المولود.

الكروموسومات ... فى المرأة والرجل

وتتكون الأمشاج الذكرية والأنثوية (الحيوانات المنوية والبويضات) من ذات الخلايا الجسمية العادية، التى تكون الكروموسومات فيها بصورة مزدوجة، فتنفصل الكروموسومات إلى مجموعتين متساويتين تماما. وتحتوى كل خلية جسمية فى الانسان على ٢٣ زوجا من الكروموسومات، وبالتحديد ٢٢ زوجا من الكروموسومات الجسمية + زوج من الكروموسومات الجنسية. وحين تتكون الأمشاج الذكرية والأنثوية (الحيوانات المنوية والبويضات) من الخلايا الجسمية، تنفصل أزواج الكروموسومات إلى مجموعتين متساويتين فى كل من الذكر والأنثى؛ تحتوى مجموعتا الأمشاج الذكرية (الحيوانات المنوية) على الكروموسومات بصورة مفردة، ويكون تركيبها الكروموسومى على الصورة التالية:

٢٢ كروموسوم جسمى + كروموسوم جنسى Yأو ٢٢ كروموسوم جسمى + كروموسوم جنسى.X

وفى المرأة، تحتوى أمشاجها الأنثوية (البويضات) على الكروموسومات بصورة مفردة، أيضا، ويكون تركيبها الكروموسومى على الصورة التالية:

٢٢ كروموسوم جسمى + كروموسوم جنسى .X

وفى بعض الأحيان، لا تنفصل أزواج الكروموسومات الجنسية XY وXXعن بعضها بطريقة سوية عند تكوين الأمشاج الذكرية والأنثوية من الخلايا الجسمية، مما يسبب زيادة أو نقصا فى عدد الكروموسومات (٤٥ أو ٤٧ كروموسوما بدلا من ٤٦ كروموسوما) حين يتحد المشيجان الذكرى والأنثوى (الحيوان المنوى والبويضة)، وهذا يؤدى إلى نتائج بالغة الخطورة، ويسبب أمراضا وراثية عديدة، منها مرض تيرنر Turner's syn-dromeا، ويكون عدد الكروموسومات فى الشخص المصاب بهذا المرض ٤٥ كروموسوما فقط، والتركيب الكروموسومى له هو ٢٢ زوجا من الكروموسومات الجسمية + كروموسوم جنسى واحد X أو ٢٢ زوجا من الكروموسومات الجسمية + كروموسوم جنسى واحد .Yلكن غالبا ما يكون الكروموسوم الناقص هو الكروموسوم .Y وينمو الجنين إلى أنثى متخلفة عقليا، ولا تظهر عليها علامات البلوغ كبروز الثديين وحدوث الدورة الشهرية.

وفى مرض داون Down's syndrome المعروف بالبلاهة المنغولية، يكون عدد الكروموسومات ٤٧ ، ويتصف صاحب هذا المرض بالتخلف العقلى ويكون الجفن منثنيا على العين بطريقة تشبه أعين المنغوليين.

أما مرض كلاين فلتر Kline Felter's syndrome فيكون التركيب الكروموسومى للشخص المصاب به إما :

٢٢ زوجا من الكروموسومات الجسمية + ثلاثة كروموسومات جنسية XXY ، وهذا ينتج من اتحاد بويضة تحمل الكروموسومين XX مع حيوان منوى يحمل الكروموسوم .Y ويكون الناتج ذكرا غير طبيعى، وعادة ما يكون عقيما. ويتكون من أعضائه التناسلية نصفها فقط. ويظهر عليه بعض صفات الأنثى كبروز الثديين وقلة نمو الشعر فى الوجه وبقية الجسم.

أو: ٢٢ زوجا من الكروموسومات الجسمية + ثلاثة كروموسومات جنسية .XXX وهذا ينتج من اتحاد بويضة تحمل الكروموسومين XX مع حيوان منوى يحمل الكروموسوم Xفيكون الناتج أنثى متخلفة عقليا وعقيمة. ولا تنمو لها فى الغالب أعضاء تناسلية.

وثمة حالة مرضية أخرى يكون التركيب الكروموسومى للشخص المصاب بها ٢٢ زوجا من الكروموسومات الجسمية + ثلاثة كروموسومات جنسية .XYY وهذا ينتج من اتحاد بويضة تحمل الكروموسوم X مع حيوان منوى يحمل الكروموسومين .YY ويكون الناتج شخصا ذا سلوك إجرامى خطير.

٣ – ٥ : الجينات

إن أنت وقفت على قارعة طريق مزدحم، وتطلعت إلى كم المارة الذين لا حصر لهم، لعجبت للتباين الهائل فى أشكالهم وهيئاتهم وألوانهم.

كل شكل وكل هيئة وكل لون وكل طبع وكل مسلك وكل مزاج يحركه مجموعة من عوامل مادية داخلية كامنة فى خلايانا.

تلك هى الجينات Genes التى تملى صفات وخصائص الكائن الحى، مثل الطول ولون الجلد ولون العيون وغيرها من الصفات الوراثية، ويتحكم فى كل منها عدد من الجينات، وذلك نظرا لأن أى صفة لا يحدها قياس ثابت، بل ثمة تفاوت كبير بين صفة الطول وصفة القصر وبين بياض الجلد وسمرته وبين العيون العادية والعيون الملونة.

الجينات هى الإنسان، والإنسان هو الجينات.

الجينات هى الحمار، والحمار هو الجينات.

الجينات هى البلبل، والبلبل هو الجينات.

وهى الذبابة وهى النحلة وهى النملة وهى الفيل وهى الزهرة الحمراء وهى الزهرة الزرقاء وهى الزهرة الصفراء وهى الشجرة وهى العشبة.

الجينات هى مرآة أنفسنا. هى ذواتنا. وما أجسادنا إلا أدوات تحقق للجينات ما تريد. أجسادنا أوعية أو أردية للجينات تقاوم بها عوامل الزمن. وتبلى الأوعية، وتهلك الأردية، فتستبدلها الجينات بأخرى، هم أبناؤنا ثم أحفادنا ثم أحفاد أحفادنا.

الجينات هى قدرنا .

الجينات هى صورنا وأشكالنا وأفعالنا وطباعنا وأمزجتنا .

الجينات هى الشر ... وهى الخير .

ثمة جينات مسرطنة Oncogenes تسبب السرطان . وبالمقابل توجد جينات مثبطة للسرطان Tumer suppressor genes تكبح جماح الجينات التى تسبب السرطان .

الجينات هى عوامل مادية ترتبط بالوراثة وتسمى العوامل الوراثية . وقد تسمى أيضا بالمورِّثات . أعدادها فى الخلية الواحدة آلاف عديدة ، وعلى سبيل المثال يبلغ عدد الجينات فى الخلية الواحدة من جسم الإنسان نحو ٣٠ ألفاً .

ويرجع اكتشاف الجينات كأشياء مادية فى الخلية إلى عالم يدعى يوهانسن . لكن يرجع الفضل أصلا فى الاستدلال على وجود الجين إلى الراهب التشيكى جريجور جوهان مندل ، عالم الوراثة الشهير الذى وضع أساس علم الوراثة ، فقد وجد مندل أن لكل صفة من الصفات التى تورث أساسا ماديا أطلق عليه اسم العامل (هو الذى يسمى الآن جين) . ويحصل كل فرد على (عامل) لكل صفة من أبيه ، و (عامل) لكل صفة من أمه . وقد حصل مندل على نتائجه هذه من خلال بحوثه التى استغرقت ٨ سنوات ، على نبات البازلاء فى حديقة الدير . وفحص خلال هذه الفترة ما يزيد على ثلاثين ألف نبات منها . وقد أدت تجاربه هذه إلى اكتشاف الجينات ومعرفة وضعها فى الكروموسومات ، ففى أوائل القرن العشرين جاء توماس

هنت مورجان الذى سبقت الإشارة إلى أنه كان أول من نال جائزة نوبل لبحوثه فى علم الوراثة واتخذ ذبابة الفاكهة ميدانا لتجاربه، فتوصل إلى نظرية الأساس المادى للوراثة التى تنص على أن: "الجينات توجد مصطفة طوليا، كحبات العقد، على خيوط تسمى الكروموسومات بداخل أنوية الخلايا الحية. وتتكون الكروموسومات من بروتين يغلف مادة الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن أ. وهذا الحامض النووى هو المادة التى تحمل الشفرة الوراثية للكائنات الحية.

وتبدو الجينات بداخل أنوية الخلايا على هيئة كتل دقيقة غير مرئية، محمولة على مناطق متتابعة فى الكروموسومات، وبالذات على شريط الحامض النووى د ن ا. وإن شئت الدقة فهى تبدو كقطع دائرية رقيقة تحتل مناطق معينة فيه. ويحتوى كل منها على كافة المعلومات اللازمة لإنتاج مادة بروتينية تحدث تأثيرا بنفسها، أو بالتفاعل مع غيرها، لكى تعبر عن خاصية معينة فى الكائن الحى.

باختصار الجين هو قطعة من الحامض النووى د ن ا.

الجين

إذن فالجين هو تتابع محدد الموقع من القواعد النيتروجينية، يقاس طوله بعدد أزواج هذه القواعد فيه. وتتراوح أطوال الجينات بين بضع مئات ومليونين من أزواج القواعد. ويبلغ متوسط طول الجين فى الإنسان نحو ١٠ آلاف زوج من القواعد.

وتصطف الجينات متوالية، جينا بعد جين، على شريطى الحامض النووى د ن ا، ويفصل بينها أجزاء من الحامض النووى نفسه، يبدو ويظن أن لا وظيفة لها، أو بالأحرى لم يكتشف لها بعد أية وظيفة. بل إن الجينات ذاتها كثيرا ما تتخللها أطوال من مثل هذه القطع. وتسمى هذه القطع التى يقال حاليا أن لا وظيفة لها فى الجينات بالإنترونات. أما الأجزاء العاملة منها فتسمى بالإكسونات.

لكن ما هى وظيفة الجين فى الجسم؟

باختصار تتحدد وظيفة الجين فى أنه يصدر تعليمات تكون نتيجتها تصنيع بروتين معين مما يكون جسم الكائن الحى ويعبر به عن مظهره وجوهره.

وتنتقل الجينات من جيل إلى جيل بواسطة الأمشاج التناسلية حاملة معها كل صفات الكائن الحى وخصائصه وشكله وتكوينه ومسلكه وكل التعليمات اللازمة لطريقة تنامى الجسم وعمله. وهى تتحكم فينا، فى نمونا، وفى كيمياء أجسامنا، وفى لون أعيننا وشعرنا وجلدنا. وتوجه تكوين كل خلية منا من بدء الحمل وحتى الموت، وتنسق وظائف كل جهاز فى الجسم وكل نسيج وكل خلية وكل جزء فيها. وما المرض إلا خاصية محمولة على الجين، يعبر عنها بنوع معين من البروتين. وما البروتين إلا أحماضا أمينية ذات تتابع محدد لكل منها. والمرض هو الخلل الذى يحدث فى هذا التتابع، فإذا عرف كل هذا هل تكون ثمة مشاكل تتعلق بعلاج هذه الأمراض؟

وللجينات لغة خاصة. وكما أن لكل لغة أبجدية فللجينات أيضا أبجدية خاصة، تتكون من أربع أحرف تمثل القواعد النيتروجينية الأربعة: الأدينين والجوانين والثيمين والسيتوزين. وتشكل الأحرف المتتالية على شريط الحامض النووى د ن ا كلمات، كل كلمة منها تتكون من ثلاثة أحرف متعاقبة. وعدد الكلمات التى تتكون من أحرف هذه الأبجدية ٦٤ كلمة. يسمى المشتغلون بالوراثة كل كلمة منها كودون. وتشفر أحرف كل من هذه الكلمات لإنتاج حامض أمينى معين، فالكلمة أو الكودون أ س ج يشفر لإنتاج حامض الشريونين و أ ج س لحامض السيرين، و س ج أ لحامض الأرجينين وهكذا. إنها ثلاثة أحرف وحسب: أ، س، ج تترتب كل مرة على هيئة تختلف عن المرة الأخرى. وعند كل ترتيب ينتج حامض أمينى مختلف.

وكما هو معروف تختلف أنواع البروتين عن بعضها البعض فى ترتيب الأحماض الأمينية المكونة لها، والذى يحدد ترتيب الأحماض الأمينية (وعددها ٢٠)، فى جزئ البروتين الذى يراد تصنيعه، هو ترتيب القواعد النيتروجينية المكونة للجين.

وهذا ما تحدده الشفرة الوراثية.

هذا يعنى أن الشفرة الوراثية هى المسئولة عن تشكيل العشرين حامض أمينى فى جزيئات البروتين المراد تصنيعها، أى أن كل حامض أمينى من الأحماض العشرين الموجودة ينبغى أن يمثل فى جزئ من جزيئات البروتين التى تصنع فى الخلية بتعليمات من الجين

أو الحامض النووى د ن أ. ولما كان الجين أو الحامض النووى د ن أ يتكون من أربع قواعد نيتروجينية إذن تكون كل ٣ قواعد هى المسئولة عن إدخال حامض أمينى وتحديد موقعه أو ترتيبه فى جزئ البروتين. ويكون لدينا عدد من احتمالات التباديل والتوافيق التى تقوم بها القواعد النيتروجينية الأربعة لإدخال عشرين حامض أمينى فى جزئ البروتين = ٤ × ٤ × ٤ = ٦٤.

إذن كل حامض أمينى يلزم له شفرة مكونة من ٣ قواعد نيتروجينية يرمز لها بالأحرف الأولى CGU أو AGA أو ... UUU وهكذا.

وهنا نتساءل: طالما أن الأحماض الأمينية الموجودة عددها عشرون وكل منها يلزم له شفرة من ٣ قواعد، فأين يذهب الفرق؟

والجواب أن بعض الشفرات تكون عديمة المعنى، أى لا تمثل أى حامض أمينى، كما أنه يلزم لبعض الأحماض الأمينية أكثر من شفرة مثل الحامضين الأمينيين الأرجينين والفينيل ألانين.

عندما يبدأ الجين عمله فإنه يدفع الخلية لإنتاج مثل هذه الأحماض الأمينية التى يرتبط بعضها ببعض ذيلا برأس (وبنفس تتابع الكلمات أو الكودونات أو الشفرات المكونة لها على الجزء من شريط الحامض النووى د ن أ الذى يكون الجين) لينتج بروتينا معينا يكون هو (الصفة) التى يشفر لها جين هذا البروتين.

ومن العجيب أن الجينات الموجودة على شريط الحامض النووى د ن أ لا تمارس عملها بصورة مستمرة أو على نمط واحد، فعدد

الجينات فى الخلية الواحدة أكثر مما تحتاج إليه الخلية ، فهى تستخدمُ فقط عددا محددا من هذه الجينات . لذا فإن ثمة جينات لا عمل لها ، وأخرى تقوم بعملها . وقد تم التوصل إلى هذا من ملاحظة ملفتة للانتباه وهى أن بعض الإنزيمات (بروتينات) غالبا لا تكون موجودة وتظهر فى ظروف معينة .

والمذهل أن الثلاثين ألف جين الموجودة فى كل خلية من خلايا جسم الإنسان تعمل كلها على أنها أجهزة كومبيوتر تتحكم فى عمل بعضها البعض . جينات تقوم بتفعيل عمل جينات أخرى ، وجينات تقوم بتعطيل عمل جينات أخرى . وتتداخل الجينات جميعا فى دائرة أو شبكة من التأثيرات المتبادلة والبالغة التعقيد . وهى تعمل بنظام غاية فى الإحكام والدقة ، فهى فى اتجاه معين تؤدى إلى نمو طبيعى فى الخلية ، وفى اتجاه آخر تؤدى إلى نمو سرطانى . كل بقدر وحساب . وفك أسرار هذه الدائرة أو الشبكة يعد من الأمور الخارقة .

إذن فثمة آلية معينة تتحكم فى فعالية الجينات ، هى التى تحدد أى جين يكون فعالا ، ومتى يحدث ذلك .

لكن ، هل يتحكم جين فى جين آخر ؟

قدم العالمان الفرنسيان فرانسيس جاكوب وجاك مونو نظرية تفسر آلية التحكم فى فعالية الجينات ، وتتلخص فى وجود مجموعة جينات تقوم بتكوين بروتينات معينة ، تسمى الجينات التركيبية ، ولها فى أحد جوانبها جين يتحكم فى تشغيلها وإبطاله ، كأنه

مفتاح، ويسمى مركز الفعل. ويتحكم في هذا الجين جينٌ آخر يسمى الجين المنظم، ويعمل باستمرار لإنتاج بروتين خاص منظم، هو ذاته الذى يتحكم فى جين المفتاحن حفزاً أو تثبيطاً؛ فحين يتحد البروتين المنظم مع جين المفتاح، تغلق مجموعة الجينات فلا تعمل. وحين توجد بعض نواتج العمليات الكيموحيوية، أو هرمونات معينة، أو مواد غذائية محددة، في السيتوبلازم تتحد مع هذا البروتين، فتجعله غير قادر على التأثير على جين المفتاح، وبالتالى تقوم جينات هذه المجموعة بعملها.

وكيف يقوم الجين بعمله؟. إن جسم الكائن الحى يعمل كله طبقا لتعليمات تصدر عن الجين (الحامض النووى د ن ا) وتنتقل فى الخلية من داخل نواتها إلى المادة الحية التى تحيط بالنواة، وتحوى أجزاءً صغيرة تسمى الريبوسومات. وهذه تتلقف التعليمات الموجهة إليها، والتى يقوم بنقلها إليها حامض نووى آخر، من النوع الذى يقوم بدور الرسول، ويسمى بالفعل ريبونيوكليك الرسول أو ر ن أ الرسول RNA messenger، ويساعد فى ذلك نوع آخر من الحامض النووى ر ن ا هو ريبونيوكليك الناقل. وتكون التعليمات كلها من خلال الشفرة الوراثية. وما أن تتسلم الريبوسومات التعليمات حتى تشرع في تنفيذها على الفور، فتفك شفرة التعليمات التى يكون فحواها أمر بتصنيع بروتين معين، من مكونات جسم الكائن الحى. وما أن تنفذ التعليمات حتى يتحطم الحامض النووى ر ن أ الذى يقوم بنقل التعليمات.

وماذا يعنى إضافة أو حذف حرف من الجين؟

ويقوم أغلب الجينات بعمله بشكل صحيح. وأى تغيير بل أقل تغيير فى تركيب جزئ الحامض النووى للجين يعتبر تغييرا فى الجين نفسه، ويؤثر فى الخلية التى تتعرض لهذا التغيير وكذلك جميع الخلايا المتولدة منها. وهنا تظهر صفة جديدة فى الفرد، تنتقل إلى سلالته. ويشكل هذا طفرة .Mutation ويعرف حدوث الطفرة فى الجين بالتطفر Mutagenesis، ويكون على هيئة إضافة أو حذف فى حرف واحد داخل كلمة أو كودون أو شفرة بالجين، ينجم عنه تغير البروتين المنتج، مما يجعله لا يؤدى الوظيفة المطلوبة منه بالجسم كما يجب، أو لا يؤديها على الإطلاق، ومن ثم يسبب خللا أو مرضا. وقد يكون أثر الطفرة على الفرد خطيرا لدرجة أنها تقتله. وتسمى الجينات هنا بالجينات القاتلة Lethal genes أو قد يكون أثرها طفيفا، بحيث تكون صفة متنحية فى الأجيال التالية.

وتعرف الطفرة بأنها تغير فجائى غير متوقع فى المادة الوراثية للجين ينتقل إلى الأجيال التالية. وأول من عرف الطفرات ودرسها دراسة علمية باستعمال المشاهدات التجريبية هو العالم (دى فريز)، من خلال تجاربه على نبات الأونوثيرا Onothcra، فقد لاحظ أن أفراد هذا النبات تختلف عن آبائها. وكان لهذه الأفراد القدرة على نقل خصائصها إلى أجيالها التالية. وأشار إليها فى أحد بحوثه عام ١٩٠٢ ثم ساد اعتقاد بأن هذه الطفرة هى أساس تطور الكائنات الحية ونشوء الأنواع، فخرج بنظرية مهمة عام ١٩١٠

كانت تعنى أساسا باستخدام الطفرة فى إثبات حدوث تطور الكائنات الحية. وأطلق على هذه النظرية التطور بواسطة التطفر .The mutation theory of evolution

وتحدث الطفرة فى الطبيعة تحت تأثير عوامل عديدة، مثل الأشعة فوق البنفسجية، لكن معدل حدوثها يكون بطيئا لدرجة أنه لا يكاد يحس. وجاء موللر فأجرى تجربة هامة عام ١٩٢٧، نال عنها جائزة نوبل عام ١٩٤٦، فكان الثانى من بين علماء الوراثة، بعد مورجان، الذى يحوز على هذه الجائزة. فى تلك التجربة، اكتشف موللر أن تعريض حشرة ذبابة الفاكهة الدروسوفيلا لجرعات عالية من الأشعة السينية يزيد من معدل حدوث الطفرات. وهو بذلك يكون قد ركز الضوء على علاقة البيئة بالانحرافات الوراثية. وعرف بعد ذلك أن الكثير من المواد الكيماوية، كالمبيدات، لها نفس القدرة على إحداث طفرة؛ كما عرف أن الإشعاع أيضا يحدث نفس التأثير؛ وخير مثل على ذلك ما حدث لسكان مدينتى هيروشيما وناجازاكى باليابان عقب إلقاء الولايات المتحدة الأمريكية لقنبلتها الذرية عليهما.

أما عن تأثير البيئة على الجينات، وهل يورث أو لا يورث، فهذا يحتاج إلى توضيح. إذ من البديهى أن الكائن الحى قد يتعرض لعوامل بيئية عديدة تؤثر فيه تأثيرا بالغاً، خاصة على تكوين الشكل المظهرى له .Phenotype لذا فإن الشكل المظهرى هو محصلة

الشكل الوراثى والعوامل البيئية التى يتعرض لها الكائن الحى . كذلكَ فإن القدرة الذهنية المتفردة هى أيضا محصلة هذين الشيئين معا . ولو كان كل الاعتبار للجينات وحسب لصرنا كآلة صماء ، تتركب من مجموعات من القطع التى يقوم كل منها بدور أصم . ولو كان كل الاعتبار للجينات وحسب فأين تباين الرقة والعذوبة والأحاسيس والمشاعر ؟

إذن فالكائن الحى ككل ليس إلا محصلة العوامل الوراثية والبيئية ، فهما مكملتان لبعضهما البعض ، ومن العسير تحديد تأثير كل منهما على الكائن الحى . لكن يبقى واضحا أن دور الجينات هو المحدد لصفات وخصائص الكائن الحى ، وينحصر دور البيئة فى المساعدة على أن تقوم الجينات بالتعبير عن نفسها ، أو لا تقوم . وفى هذا الحيز ، فقط ، قد تطغى البيئة على الجينات .

لكن ... هل تورث الاختلافات البيئية المكتسبة من البيئة إلى النسل ؟

اعتقد العالم الفرنسى لامارك يعتقدُ فى ذلك ؛ وله قانون شهير أطلق عليه اسم : انتقال ووراثة الصفات المكتسبة ؛ وفيه ينص على أن كل ما يكتسبه الفرد ، أو يتغير فيه فى حياته ، تحفظه الوراثة ، ومن ثم ينتقل إلى سلالته من بعده . ومن الطريف أن لامارك كان يعتقد أنه يمكن الحصول بسهولة على سلالة بشرية بعين واحدة ، لو أزيلت العين الأخرى واستمرت إزالتها ، جيلا بعد جيل ، مما يثبِّتُ هذه الصفة لعدم الحاجة المتتالية للعين التى أزيلت .

واعتقد فى ذلك أيضا بعض علماء الوراثة من بعد لامارك. لكن بحوث وايزمان فى أوائل القرن العشرين نفت ذلك تماما. وله فى ذلك تجربة شهيرة قطع فيها ذيول الفئران طيلة ٢٢ جيلا متتاليا؛ ومع ذلك ولدت الفئران فى الجيل الثالث والعشرين لها ذيول طويلة. وقد أثبتت هذه التجربة الهامة أنه لا يمكن أن تنتقل أية اختلافات بيئية إلى الجنين بعد تكونه، أى لا تورث.

وقد يؤثر الجنس على الجينات التى تتحكم فى بعض الصفات، لكن هذه الصفات لا ترتبط به. من هذه الصفات الصلع؛ إذ يظهر فى الجنسين الذكر والأنثى، لكنه يكون فى الذكر أكثر. وبالرغم من أن هذه الصفة يتحكم فيها جين سائد فى الرجال ومتنحى فى النساء، إلا أن لهرمون الذكورة (التستوستيرون) الذى يفرز من الخصيتين تأثيراً مساعداً عليها. وحين يصل الطفل إلى مرحلة البلوغ وتبدأ الخصيتان فى إفراز هذا الهرمون يأخذ الشعر فى السقوط. وبقطع الخصيتين لا تظهر صفة الصلع قط. والغريب، فى حالة المرأة، أنها حين تصل إلى سن اليأس، وتنقطع عنها الدورة الشهرية، ويقل إفرازها لهرمون الأنوثة (الإستروجين)، يأخذ شعرها فى التساقط.

وقد حصر العالم ماك كوزيك عام ١٩٧٥ عدد ٩٣ صفة تتحكم فيها الجينات وترتبط بالجنس فى الإنسان. من هذه الصفات عمى الألوان وسيولة الدم. وهى تظهر بكثرة فى الذكور ولا تظهر فى الإناث. هؤلاء الذكور يرثون هذه الصفات عن طريق أمهاتهم وليس

عن طريق آبائهم، وذلك نظرا لأن جينات هذه الصفات تقع على الكروموسومات الجنسية فقط، وبالذات على الكروموسوم السيني، والذى يأتى إلى الذكر من الأم. كما أن الذكور يورثونه إلى بناتهم وليس إلى أبنائهم. أما الكروموسوم الصادى فلا تقع عليه أى جينات لهذه الصفات، أى أن الذكر يرث جينا واحدا لكل من الصفات المرتبطة بالجنس والموجودة على الكروموسوم السينى.

وقد يحدث بعض الخلل فى الجينات، فلا تؤدى عملها بالصورة الصحيحة، بل قد ينجم عن هذا الخلل أمراض وراثية عديدة، منها مرض يدعى فينيل كيتون يوريا .P.K.U ويحدث نتيجة عجز الجسم عن إنتاج الإنزيم اللازم لتحويل حامض فينيل ألانين إلى حامض تيروسين، لخلل فى الجين المسئول عنه، فيتراكم حامض الفينيل ألانين فى الدم ويؤثر تأثيرا خطيرا على خلايا المخ، ويؤدى إلى التخلف العقلى وتأخير نمو الساقين.

ومرض تى ساكس Tay-Sach`s disease هو أحد الأمراض الوراثية التى تنجم عن خلل فى الجين المسئول عن إفراز الإنزيم اللازم لأيض إحدى المواد الدهنية التى تدخل فى تكوين الغشاء الخلوى للخلايا العصبية، هى GM2 ganglioside، مما يؤدى إلى تراكمها فى الخلايا العصبية للمخ، وبالتالى الموت المبكر فى مرحلة الطفولة، أو ظهور أعراض التخلف العقلى وضمور عضلات الجسم. وينتشر هذا المرض بشكل خاص بين اليهود، ونادرا ما يصيب الشعوب الأخرى.

وأنيميا خلايا الدم الحمراء المنجلية Sickle-cell anemia هو أيضا أحد الأمراض الوراثية التي تنجم عن حدوث خلل في الجينات، وبالذات الجين المسئول عن تكوين بروتين خلايا الدم الحمراء (الهيموجلوبين) بصورة طبيعية، مما يؤدى إلى تكون هيموجلوبين غير عادى، يحل فيه الحامض الأمينى (فالين) محل الحامض الأمينى (جلوتاميك)؛ والنتيجة هي تحول الشكل القرصى لخلايا الدم الحمراء إلى شكل منجلى أو هلالى، مما يؤثر على قدرتها في نقل الأكسجين.

٣ - ٦ : إدارة الحياة !

عرفنا أن الخلية فى أى كائن حى تحوى بداخل نواتها خيوطا مزدوجة دقيقة تسمى الكروموسومات، تحمل على سطحها قطعا دائرية تسمى الجينات. وعرفنا أيضا أن كل جين فى الكائن الحى يعبر عن صفة معينة فيه، ومجموع الجينات يعبر عن مجموع الصفات التى تميزه. وغالبا ما يقال أن الجينات هى الكائن الحى، والكائن الحى هو الجينات.

والسؤال الآن: ما الذى يتحكم فى هذه الجينات، وهى كثيرة لدرجة أن عددها يصل فى خلية الإنسان إلى نحو ثلاثين ألفاً؟. من ذا الذى ينظم عمل كلاً من هذه الجينات، على حدة، وكل هذه الجينات، معاً، خاصة إذا ما علمنا أن بعضها يتحكم فى عمل البعض الآخر بأن يعطى له الإذن بالعمل، أو بأن يكبح جماحه؟.

فمن أين تأتى كل هذه الدقة فى السيطرة والتحكم؟

يرى بعض العلماء أنهما يأتيان من خلال النواة الموجودة في مركز الخلية.

إذن فلنبحث في النواة، ماذا يمكن أن تحوى من عوامل السيطرة والتحكم؟

إنها - كما رأينا - لا تحوى سوى خيوط مزدوجة هي الكروموسومات التي تحمل فوق سطحها قطعا دائرية تسمى الجينات. ولا شيء غير هذا.

ويقول البعض الآخر إن السيطرة والتحكم لا يأتيان إلا من المادة الحية (البروتوبلازم)، المحيطة بالنواة، والتي تشكل بقية محتوى الخلية.

فما هي المادة الحية؟. وماذا تحوى من مواد أو أشياء يمكن أن تنسب إليها عوامل التحكم والسيطرة؟.

إن هذه المادة الحية هي تركيب كيميائي غروى يحوى جسيمات محدودة، لكل منها وظيفة معروفة: الميتوكوندريا، المسئولة عن تصنيع الطاقة؛ وجسيمات جولجي، المسئولة عن إفراز أية مادة في الجسم؛ والشبكة الإندوبلازمية، المسئولة عن النقل والتوصيل للمواد بين أجزاء الخلية؛ والليسوسومات، المسئولة عن إفناء الكائن الحي حين ينقضي أجله. لقد ظن الكثير من العلماء أن الحياة تنبثق من المادة الحية، فركبوا نفس المواد الكيميائية التي تكونها، وبنفس النسب التي تكون عليها، وأرادوا لتلك المواد أن تكون حية، لكن الحياة لم تنشأ فيها ولو للحظة واحدة.

إذن لا يوجد فى النواة كما لا يوجد فى المادة الحية ما قد يعد مسئولا عن السيطرة والتحكم.

تراهما أين؟ أو من أين يأتيان؟

إننا نتحدث هنا عن الوضع فى حالة وجود نواة فى الخلية، وجسيمات كالتى ذكرناها بالمادة الحية؛ فإذا لم تكن بالخلية نواة ولا جسيمات فى مادتها الحية فإن الأمر يزداد تعقيدا؛ ولنأخذ البكتريا كمثال، فهى كائن حى ليس به نواة ولا توجد به مكونات كمكونات المادة الحية. وقد عاش هذا الكائن الحى فى عالمنا منذ نحو ٢٥٠ مليون سنة، كما دلت الحفريات، وسيظل موجودا إلى الأبد. وليس هذا تنبؤا بالغيب، لكن استمرارية الحياة على وجه العموم تعتمد فى الأساس على هذا الكائن الحى، الذى يمارس الحياة كأروع ما تكون الممارسة؛ يتنفس ويتناسل ويأكل ويشرب ويهضم ويمتص خلاصة ما يهضمه، وتتفاعل بداخله تلك الخلاصة الغذائية تفاعلات عجيبة، ثم بعد ذلك يخرج الفضلات التى لم تهضم. وبرغم تشابه أفراده إلا أن ذكورا وإناثا تظهر فيه، وتتزواج معا بطريقة جنسية، وتستطيع أن تكون أبناءً فى خلال عشرين دقيقة من بدء ظهوره فى الحياة.

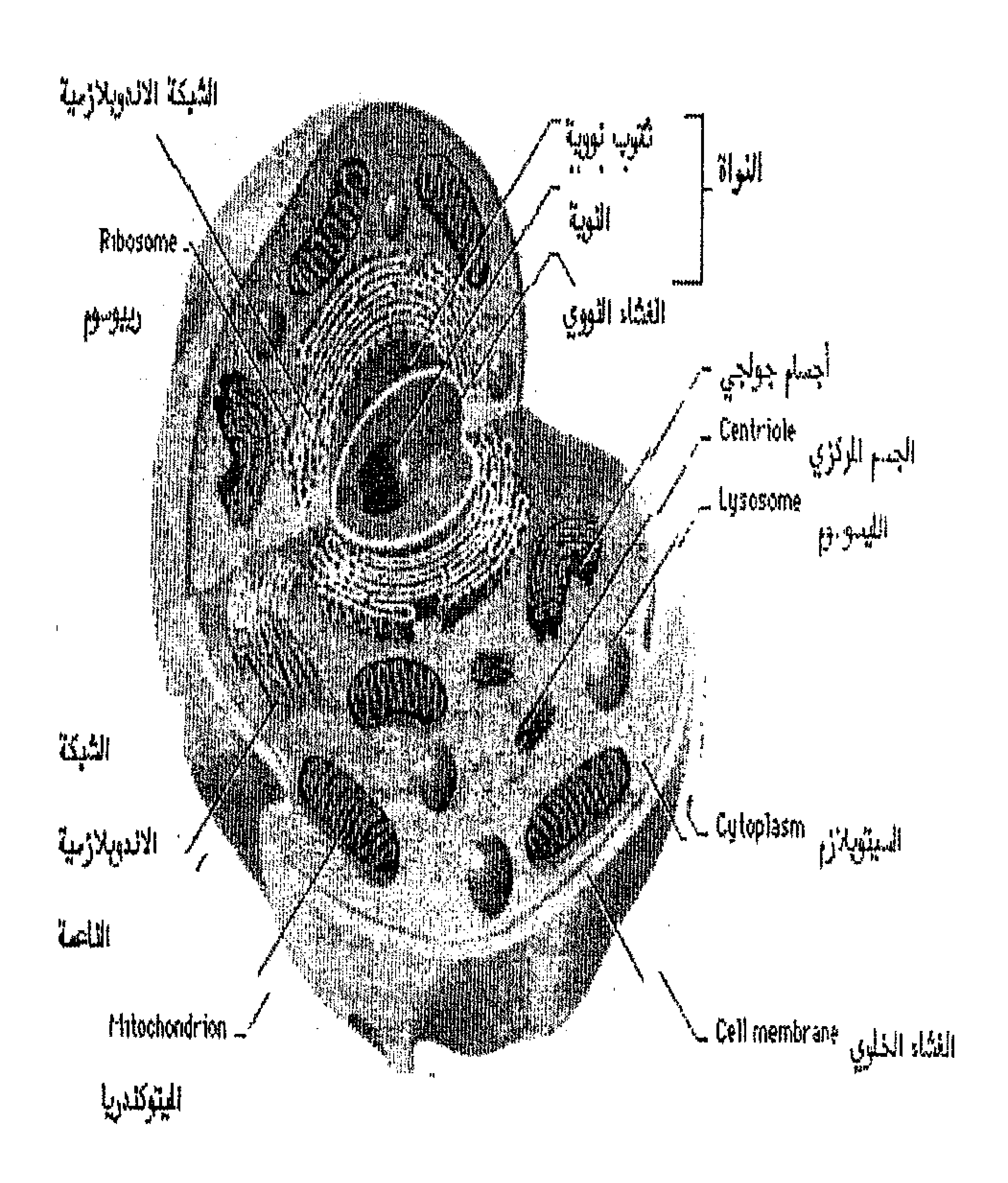
إن البكتريا هى آلة الطبيعة لتحليل المواد العضوية الميتة وتحويلها إلى صور غذائية بسيطة التركيب، تستفيد بها كائنات أخرى كالطحالب، لتنمو وتتكاثر. وسلاح البكتريا فى تلك المهمة هو الأكسجين، الذى لا يتوافر إلا من خلال الطحالب، التى تقوم بالبناء

الضوئى فتنتج كميات كبيرة من الأكسجين، تستغلها البكتريا، كما تستغلها كل الكائنات الأخرى لتقضى بها مصالحها.

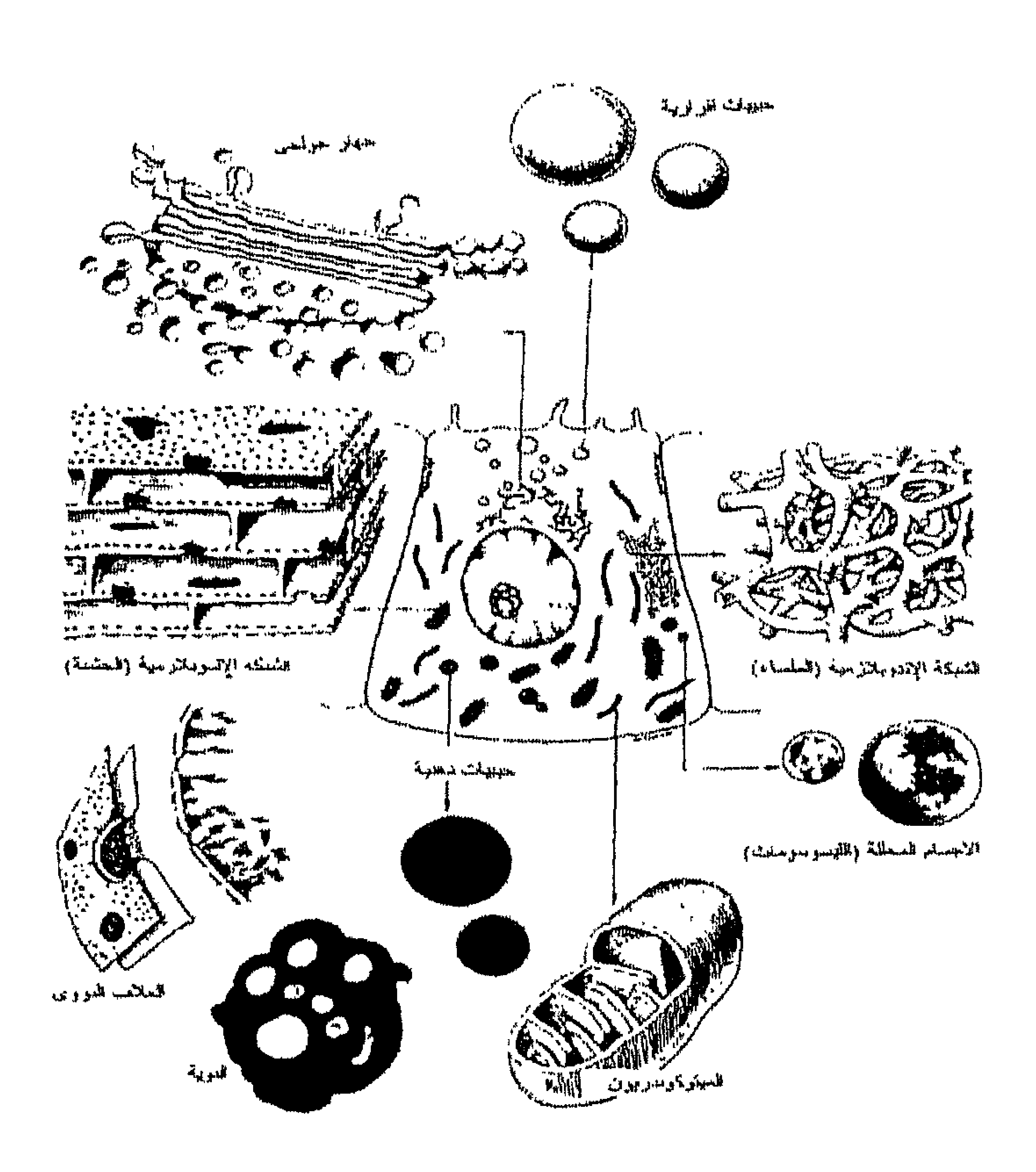
كل ذلك يتم فى هذا المخلوق بدقة بالغة، حيث النواة غير موجودة، والمادة الحية لا دور لها فيما يحدث. ترى أين تكون السيطرة وأين يكون التحكم إذن؟

لا مناص إذن إلا التسليم بأن التحكم والسيطرة إنما يأتيان من قوة خارج الكائن الحى نفسه، قوة فوق قوته، وقدرة فوق قدرته، وطاقة فوق طاقته. وإلا ما كان للكون أن يظل حتى الآن بهذا التوازن العجيب، وما كان للحياة أن تستمر بهذه الطاقة الجبارة، فما أضعف الكائن الحى بمفرده وما أكثر ضعفه فى جماعته. وما أضعف كل الكائنات التى فى الكون.

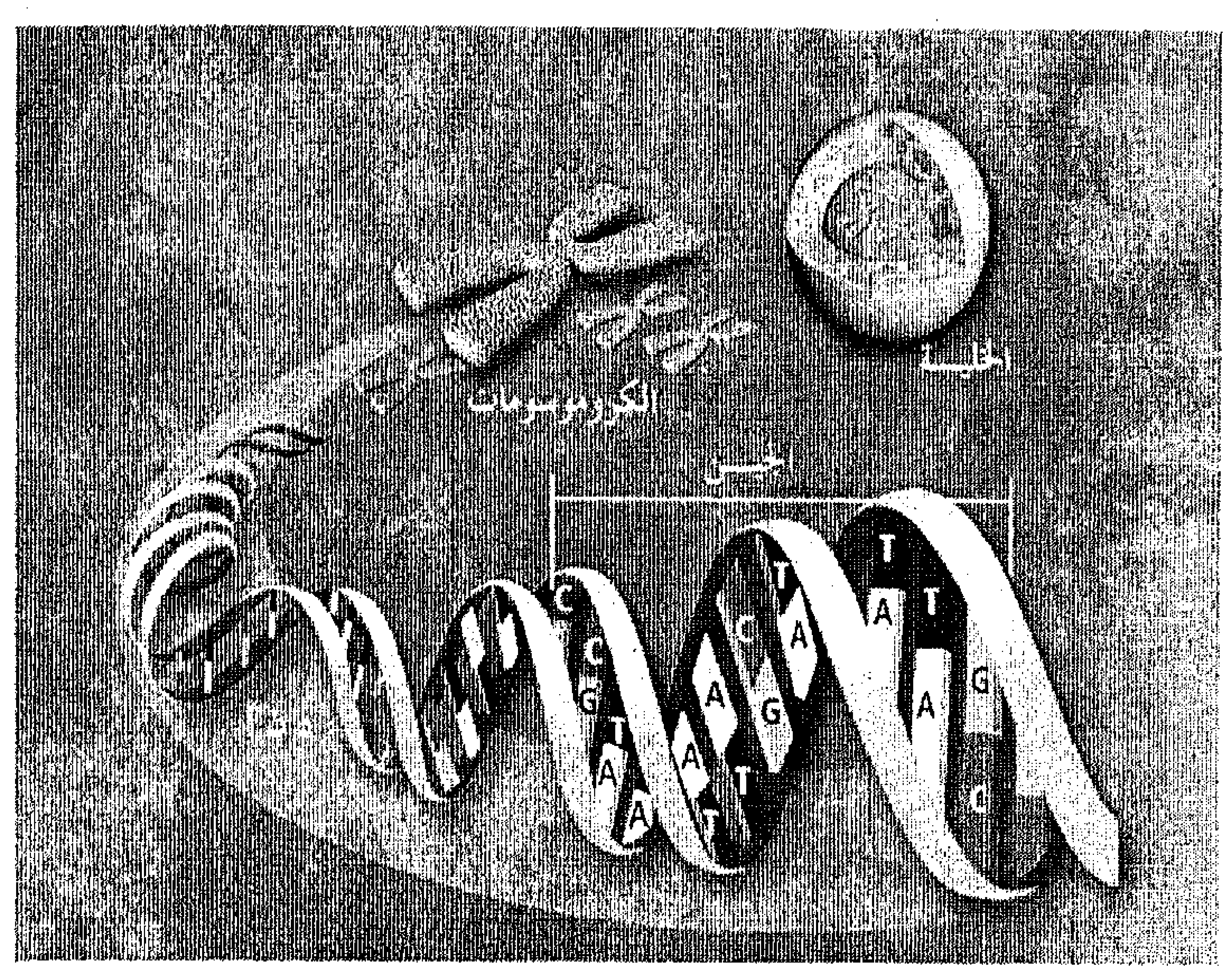
والعجيب أنه حين تنقلب موازين الأمور بين الكائنات الحية، بما يبدو أنه خلل فى السيطرة والتحكم، يظهر منها ما يلعب دورا أساسيا لإرجاع الموازين إلى طبيعتها، وكأن ذلك الانقلاب فى موازين الأمور هو خطة مرسومة للحياة، حتى تتخلص مما أصابها من خلل، وتعود إلى طبيعتها السوية.



مجسـم لخليـــة ... أصـــغر ما فينـــا



مخطط مفصل للخلية وحولها تراكيبها ومكوناتها

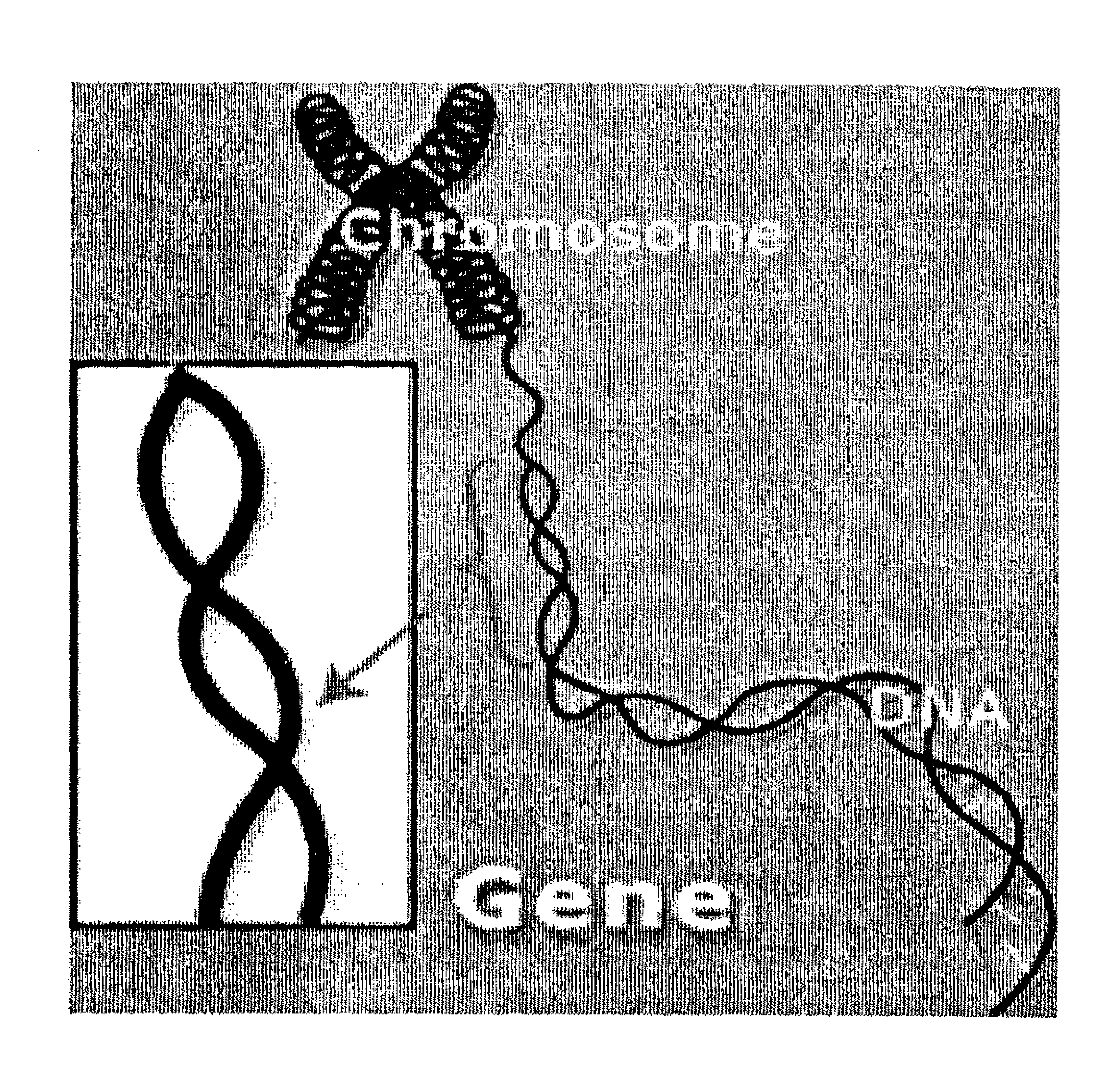


الكرومـوسـومات والحامض النووى د ن أ والجين

المرأة

الرجل

الكروموسومات ... فى المرأة والرجل



الجــين

(٤)
رأيت الله فى غيرنا

ورأيت الله فى غيرنا .

فى مخلوقات كثيرة لا حصر لها ، فيها تكمن دلائل هائلة ، يمكننا أن نتبينها بوضوح ، وفيما يلى بعضٌ من كثير . . .

تضع أسماك المياه العذبة بيضها فى عشوش تشبه تلك التى للطيور ، ويحرص الذكر على البقاء بجوار البيض طوال مدة تكوين الجنين ، محركا زعانفه لإحداث تيار يحمل إلى البيض ماءً جديدا يحوى هواء مذابا أكثر ، فيتيسر للجنين داخل البيضة أن يتنفس قدرا كافيا من الأكسجين ؛ ومن آن لآخر يدخل الذكر إلى العش ، ليوسعه حتى يصير مرور تيار الماء فيه أسهل .

وتربط أسماك الجرنيون Grunion ، من نوع ليوريسيس تينويس Leuresthes tenuis التى تعيش فى المحيط الهادى ، فترة تزاوجها

بفترات المد والجزر، ودورة القمر، بصورة عجيبة؛ فحين تأتي موجة المد العالية إلى الشاطئ، تقبل معها آلاف الذكور والإناث البالغة التي تكون في أتم صور النضوج الجنسي. وحين تصل الموجة إلى أعلى ذروة لها على الشاطئ تقف الإناث على ذيولها فوق الرمال. وبحركات لولبية سريعة تحفر حفرا صغيرة لتضع فيها البيض. ثم تقبل الذكور لتصب حيواناتها المنوية على هذا البيض. في تلك الأثناء، تكون موجة المد قد انحسرت، تاركة الأسماك الذكور والإناث على الشاطئ لتقوم بعملها. وعندما تصل موجة المد التالية، تكون الأسماك قد انتهت من مهمتها، فتسوى موجة المد الرمال فوق هذه الحفر، وتحمل معها ذكور وإناث الجرونيون، عائدة بها إلى البحر. وتتم هذه العملية الخاطفة، والدقيقة، في فترة زمنية قصيرة، لا تتعدى الفرق بين موجتي مد متعاقبتين. وتمر دورة القمر، ويتلاشى المد والجزر على الشاطئ، وتبقى البويضات المخصبة في الحفر المغطاة بالرمال معرضة لحرارة الشمس، حتى يكتمل تكوين الأجنة بداخلها. وبعد أسبوعين يعود القمر ليصبح محاقا، ويبلغ المد ذروته العظمى؛ وفي أول موجة مد عالية، تندى الحفر وما فيها من بيض بالماء، فيفقس ويخرج منه الصغار، الذين يعودون من الموجة المنحسرة إلى مياه المحيط.

وفي المناطق القطبية، حيث تصل البرودة إلى درجة التجمد، تستطيع فئة من الأسماك تسمى الأسماك القطبية أو الأسماك الباردة، أن تعيش في حالة طبيعية دون أن تتجمد أجسامها، وذلك

من خلال تكوين بعض المركبات البروتينية مثل الجليكوبروتينات والبوليببتيدات، من نوعية مضادة للتجمد، تزيد من التركيز الأسموزى لبلازما الدم مما يحول دون بلوغ سوائل الجسم درجة التجمد.

أسماك الجرنيون Grunion تربط فترة تزاوجها بفترات المد والجزر ودورة القمر

أما أقحوان البحر فهو من الحيوانات الجوفمعوية الجالسة، التى لا تتحرك إلا ببطء شديد، فهى غير محسوسة الحركة، وغالبا ما يصعب عليه الحصول على الغذاء الذى يعز عليه فى وسط البحر، حيث تكون الغلبة لمن يحتال أكثر من غيره، كما أن الأعداء من كل نوع كالأسماك والقشريات يتكالبون عليه. لذا، فقد اتخذ أقحوانُ البحر فى جسمه أعضاءً دفاعية غريبة، عبارة عن خيوط طويلة تعرف بالنبال Acontia تحمل فى أطرافها أكياسا لاسعة تشل كل ما تصل إليه من فرائس أو أعداء. والمذهل أن هذه النبال تنطلق من داخل الجسم إلى خارجه، عبر فتحة الفم وفتحات أخرى فى جدار الجسم، تسمى بالنوافذ Cinclides.

أقحوان البحر Sea anemone

وتعيشُ الحشرة غازلة الشباك بداخل أنبوبة خاصة مصنوعة من الحرير الصافى. ولها عادة طريفة تثير الدهشة، فهى لا يحلو لها المقام إلا فى مجرى المياه السريعة، على أطراف الشلالات، وفى الشقوق بين الأحجار التى تتخللها المياه؛ وتثبت جسمها فى موقع

دائم بحيث لا يجرفها تيار الماء السريع. وهناك تغزل وهى فى الأنبوبة التى تعيش فيها، قرب موقعها، شبكة من الحرير قمعية الشكل، وفى نهايتها التى تتهادى مع تيار الماء السريع، توجد مصفاة عبارة عن مجموعتين من الخيوط الحريرية. وفى هذه المصفاة ترشح الحشرة غازلة الشباك فرائسها من الحشرات والحيوانات الصغيرة والطحالب التى يجرفها التيار. وهذا هو الصيد، أو لقمة العيش التى تتناولها تلك الحشرة. وتظل الشبكة دائما منتفخة بواسطة تيار الماء الذى يندفع فيها باستمرار. وأحيانا تدعم جوانب الشبكة بواسطة قطع من الخشب تزيدها ثباتا وقوة، حتى لا تنجرف مع تيار الماء السريع. وبعض أنواع الحشرات غازلة الشباك تغزل لفرائسها شبكة رقيقة من الحرير تشبه فى الشكل أصابع القفاز، وتضع تلك الأصابع بجوار بعضها فى صف واحد كأنها أصابع إنسان ميت. وكل إصبع من القفاز يكون مفتوحا من نهايتيه، فتحة كبيرة فى الناحية الأمامية المواجهة للتيار، وفتحة صغيرة فى الناحية الخلفية، تعمل كمصفاة، فى حين تثبت الشبكة من نهايتها الأمامية، ويظل باقى الشبكة يطفو بحرية وهو منتفخ بفعل التيار، الذى يندفع إلى داخل الشبكة القفازية. والشبكة هنا تقوم بدورين مهمين: أولهما أنها تعتبر مكانا لاختباء الحشرة من أعدائها، وثانيهما أنها تعمل كغربال أو مصفاة تصفى خلالها الماء المنساب لتترشح فيه الدقائق العضوية التى تعتبر غذاء للحشرة يأتى إليها بسهولة !

وللحشرة القارب Boat insect لديها جسم مقعر تقعرا عميقا يجعله يأخذ شكل القارب تماما . وهى تعيش فى الماء ، وتختلف عن كل الحشرات المائية الأخرى فى أنها تسبح دائما على ظهرها كأنها سباح ماهر . لذا فهى تسمى أحيانا «الحشرة السابحة على ظهرها» . وأثناء سباحتها يبدو ظهرها كأنه قاع لقارب . وحين تستقر على سطح الماء يبدو على أحد جانبى بطنها مجرى طويل مليء بالهواء يمكنها من أن تظل طافية على الدوام . وقرب نهاية البطن توجد فتحة يمر الهواء خلالها إلى ذلك المجرى الهوائى . وتدفع الحشرة بالهواء إلى خارج المجرى مستخدمة أرجلها الخلفية كأنها المجاذيف .

حشرة القارب Boat insect

وليس لقنديل البحر المسمى بيليما بولمو Pilema pulmo وهو أحد قناديل البحر الكبيرة ، فمٌ واحدٌ ، لكن توجد آلاف الأفواه ، وكلها من النوع الماص ، وتؤدى إلى قنوات تنتهى فى المعدة . وتسمى هذه الحالة الغريبة بتعدد الفم Polystomatous ؛ وهى الحالة الوحيدة التى لا مثيل لها فى أى حيوان آخر من المملكة الحيوانية .

أحد قناديل البحر الكبيرة

ويستطيع حيوان البلاناريا Planaria وهو من الديدان المهتزة المفلطحة أن يبقى نشطا عدة أشهر دون طعام ، فهو يهضم أنسجة جسمه شيئا فشيئا خلال تلك الفترة . ويبدأ فى ذلك بأعضائه التناسلية التى تختفى تماما ، ويصغر حجم الحيوان تدريجيا وهو

محتفظ بمظهره العام وبكامل نشاطه. وخلال ستة أشهر من الجوع يتضاءل طول الحيوان من عشرين ملليمترا إلى ثلاثة ملليمترات.

البلاناريا Planaria

وللحيوانات الزاحفة التي تعيش في الصحراء قدرة هائلة على إغلاق فتحتى الأنف بإحكام حتى لا تتسرب إليهما الرمال الثائرة مع الرياح أو التي تتناثر أثناء الحفر للاختباء. كما أن بعض الزواحف كالسحالي يمكنها الرؤية والجفن مغلق، وذلك لوجود قرص شفاف على جفن العين يحميها من تأثير الهواء الضار.

٤ - ١ : النباتات ... كائنات مدركة

أودع الله تعالى في هذه الكائنات جمالا رائعا، وجعلها متعة للنظر تستهوى الفؤاد وتلهم الفن. وفضلا عن أنها غذاء للروح، فهى مستودع للطاقة، ومصدر للأكسجين، وغذاء للجسد، وكساء للبدن، وملجأ للسكن، ودواء للمرض. ويصل مسلك بعضها أحيانا إلى مسلك العقلاء منا. إذ تستعمل الزهور طاقة الشمس بطريقة مذهلة لكى توفر الحرارة لنفسها، فالزهرة في المناطق الباردة لها طبق صغير به هوائيات Antennac تعكس ضوء الشمس في بؤرة تركز الحرارة في وسطها، حيث يستقر الإشعاع بين العضو الذكرى للزهرة (السداة Stamen) وعضوها الأنثوى (الكربلة Carpel) وتحتجز الحرارة في هذا المكان فترة تكفى ليعم الدفء أوصال الزهرة بالكامل، بعد أن ينتشر الإشعاع الحرارى إلى كل أطرافها.

وتقسو الحياة على النبات كما تقسو على غيره من المخلوقات. لكن هل التحدى لدى النبات يدل عن شيء من التفكير أو التدبير؟

فالنبات الذى يعيش فى بيئة الصحارى القاسية يعانى من قلة المياه وندرة الندى والظل، ومع ذلك ينجح دائما فى معركة البقاء. إنه يقصر من دورة حياته، أو فترة عمره، ويجعلها تتوافق مع فترة هطول الأمطار، فتنبت بذوره مع بداية سقوط الأمطار، وينمو ويزدهر ويثمر، ويكون له خلفاً، ثم يموت فى آخر موسم الأمطار. وقد تستغرق دورة حياة هذه النباتات من أسبوع إلى أربعة أشهر، وتسمى بالنباتات المؤقتة أو قصيرة الأجل؛ ومن أمثلتها الأنواع البدائية، كالحزازيات والطحالب وبعض الفطريات. وبعض هذه النباتات توقف نشاطها طوال فترة الجفاف، ثم تعيده عند هطول الأمطار مرة أخرى.

وبعض من هذه النباتات تظل خضراء بشكل دائم رغم شدة الحرارة والجفاف؛ وقد تكيف تركيبها ووظائف أعضائها مع تلك التغيرات القاسية؛ وتعرف بالنباتات الصحراوية، ومنها النباتات العصارية، التى تختزن الماء بداخل أنسجتها؛ وهى ذات أوراق لحمية سميكة، تعمل على جمع الماء بداخلها خلال فترة هطول الأمطار لكى تستعملها أثناء فترة الجفاف، ومنها الصبار بأنواعه. وبعض الأنواع، كنبات السيدوم والشيخة، تتحور أوراقها إلى أشواك، وتكون السيقان فى هذه الحالة خازنة للماء.

نبات السيدوم ... سيقانه مستودعات لخزن الماء.

وتأخذ النباتات العصارية أشكالا كروية أو اسطوانية، لتقليل مساحة السطح المعرض للهواء، مما يخفضُ من نسبة فقد الماء منها؛ كما يغطى سطحها المكشوف، من السيقان والأوراق، بطبقة سميكة من الكيوتين المغلف بمادة شمعية، أو أوبار كثيفة، وذلك لتقليل فقد الماء منها. كذلك فإن المسام تتواجد فيها بأماكن غائرة داخل الورقة أو الساق، وتحاط غالبا بأوبار تقلل من حركة الهواء، مما يقلل فقد الماء منها. وثمة أنواع منها لا تفتح مسامها إلا ليلا لتجنب زيادة فقد الماء عن طريق التبخر بواسطة أشعة الشمس القوية. ولهذه النباتات جذور متعمقة فى التربة وجذور أخرى قريبة من سطحها، تسمى جذور الندى، لاقتناص قطرات الندى من على السطح.

ومن نباتات الصحارى أنواع خشبية تخشبت أنسجتها وتغلظت، تنخفض فيها عملية فقد الماء بواسطة النتح إلى الحد الأدنى، وهى لا تخزن الماء كما تفعل النباتات العصارية؛ ومن أمثلتها النخيل والفستق؛ ولهذه الأنواع جهاز جذرى كبير، ذو شبكة عريضة من شعيرات ماصة هائلة تمتد أفقيا ورأسيا؛ وقد يصل حجم وطول هذه الجذور أضعاف حجم وطول باقى النبات المعرض للهواء، وقد يصل طول جذور بعض النباتات منها إلى ٣٠ مترا، وذلك لكى تبحث هذه الجذور الطويلة الكبيرة عن المياه الجوفية.

وفى وجود بعض الأنواع من النباتات الخشبية الصحراوية دلالة

على وجود المياه الجوفية؛ فالنبات المعروف باسم " المياه الجوفية " تمتد جذوره الرئيسية لمسافات طويلة جدا بحثا عن المياه. وقد قام الباحث بافيليشينكو بقياس طول جذور أحد هذه النباتات ويدعى "أكروبيروم" ، في دائرة نصف قطرها ٢,١ متراً، وبعمق مترين، فوجد أنها تصل إلى ٥٠٠ كيلو متراً.

وتتكيف بعض أنواع النباتات الخشبية بأساليب عجيبة، لتقليل فقد الماء عن طريق النتح، فيتناقص عدد أوراقها، أو تصبح حرشفية، كما في نبات الطرفاء. وهناك أنواع من النباتات، تدعى بالأسليات، تخلو تماما من الأوراق، وهي عبارة عن أغصان فقط تحوى المادة الخضراء المسماة بالكلوروفيل بداخل بشرتها. وهذا يعني أن الأغصان في هذه النباتات تحل في عملية البناء الضوئي محل الأوراق في النباتات الأخرى.

وثمة نباتات لا تزهر، كالطحالب والفطريات والبكتريا والفيروسات. والطحالب هي أبرز الكائنات النباتية التي لا تزهر؛ وهي بسيطة التركيب، وقد تتكون من خلية واحدة أو أكثر؛ ورغم ذلك فهي واسعة الانتشار، وتعيش في المياه العذبة والمياه المالحة والأماكن الرطبة الظليلة. وهي تحتوى، مثل كل النباتات المزهرة، على المادة الخضراء (الكلوروفيل)، وتستطيع أن تبني ما تحتاج إليه من غذاء عضوى بعملية البناء الضوئي، باستخدام الطاقة الشمسية وامتصاص الماء وثاني أكسيد الكربون والعناصر الغذائية الأخرى. وذلك يعني أنها قادرة على أن تعيش عيشة مستقلة. وقد تبقى

مادتـهـا الخضـراء (الكـلـوروفـيل) خـالـصـة بلا اختلاط بـأى صـبـغـة أخرى، فـتـسمـى الـطـحـالـب بالخضراء .وقد تـخـتـلط بـصـبـغـات أخرى ذوات ألوان مختلفة، فتسمى بـالطحالب البنية أو الحمراء أو الزرقاء أو الـصـفـراء أو الذهبية.

أما الـفـطـريـات فهى أيضا مجموعة من الكائنات النباتية بسيطة التـركـيـب، لا زهـور لـهـا ولا أوراق ولا سـيـقـان ولا جـذور، وتـشـبـه الـطـحـالـب من نـاحـيـة تـركـيـب أجـسـامـهـا، إلا أنـهـا تـخـلـو من المادة الخضـراء (الـكـلـوروفـيل). ولـذلـك لا تـقـدر عـلـى بـنـاء غـذائـهـا، بل تعتمد في ذلك على غيرها سواء كان كائنا حيا أو حتى مواد عضوية متحللة كالمخلفات الزراعية.

ويـتـركـب الـفـطـر عـمـومـا من خلية أو أكثر، ويـتـخـذ هيئة الخيوط الرفيعة التى تسمى بالخيوط الفطرية، تتشابك معاً حتى تبدو كأنها خـيـوط غـزل، وبـالـفـعـل هى تـسـمـى الـغـزل الـفـطـرى. وتـتـكـاثـر الـفـطـريـات جنـسـيـا ولا جـنـسـيـا؛ ولـهـا وسـائـل خـاصـة تـسـاعـدهـا على الانتشار فى الهواء.

وأجـسـام الـفـطـريـات عـبـارة عن كـتـل مـن الـبـروتـين الـذى يمـكـن استغلاله فى التغذية. ولقد أثبتت التجارب إمكانية استغلال بعض مشتقات البترول، مثل الغاز الطبيعى، كوسط لنمو الفطريات، بهدف إنتاج البروتين.

والبـكـتـريـا هى أيضا نـبـاتـات لا تـزهـر وتـخـلـو من المادة الخضراء (الكلوروفيل)؛ وهى دقيقة الحجم، وتتكون من خلية واحدة، لكن

القليل منها يتكون من عدة خلايا . وليس فى عالم النبات ما هو أشد ارتباطا بالإنسان من البكتريا . وهى واسعة الانتشار بحيث يتعذر تجنبها ؛ ففضلا عن تواجدها فى الهواء والماء، فإنها توجد على جسم الإنسان من الخارج وفى داخله أيضا . وأحيانا تضره وتسبب له أمراضا عدة، وأحيانا تنفعه، فتكون له بعض الفيتامينات الضرورية لجسمه، ويصنع منها لقاحات وأمصالاً، ويحضر منها أغذية كاللبن الزبادى والجبن السويسرى .

وبالرغم من ضآلة أحجام البكتريا إلا أنها قد تخصصت بدرجة عالية لكى تتوافق وظروف حياتها ؛ ونجحت فى كفاحها للبقاء فى الحياة لدرجة أصبحت تنافس فيها الإنسان . وقد تتحرك البكتريا، وتكون حركتها حينئذ بالأسواط . ولها أشكال مختلفة، فقد تكون عصوية أو لولبية أو كروية أو سبحية أو خيطية . وهى تتكاثر إما بانشطار جسدها إلى اثنين يشبه كل منهما الأصل، أو بتكوين أنواع أو جراثيم تنتشر فى كل مكان، ليعيد كل بوغ أو جرثوم منها حياة أبيه .

ولا يدرى أحد إن كان الفيروس كائنا حيا أو جسما بللوريا . لكن سلوكه المتطفل يرجح كونه كائنا حيا . وقد بلغ الفيروس من الدقة فى الحجم درجة لا تسهل رؤيته بالمجاهر العادية، فهو يمر من خلال مسام المرشحات التى لا تسمح بنفاذ أصغر أنواع البكتريا . ولا يستطيع الفيروس أن يعيش بعيدا عن عائله، بل يعيش داخل الخلية الحية ذاتها ويتكاثر فيها ذاتيا . وللفيروس صفة غريبة هى

التى تضمن وجوده فى الحياة، إذ تعمل جينات الفيروس مع جينات الخلية التى يقيم فيها، على تكاثره وتأمين بقائه بداخل الخلية. ويسبب الفيروس كثيرا من الأمراض للنبات والحيوان والإنسان، فهو المسبب الأوحد لأمراض تبرقش أوراق النبات والكلب والجدرى والأنفلونزا الفيروس، وهو على درجة من الخبث تجعله يستحق وقفةً أطول لنتأمله معاً.

٤ - ٢ : الفيروســـات .. كلٌ هذا الخُبْثُ ؟!

الفيروس Virus هو اسمٌ لجسيم غاية فى الدقة، يتراوح قطره بين ١٠ و ٣٠٠ نانومتر. واللفظة لاتينية، تعنى سُـــمَّاً، أو مادة لزجة. ويسميه البعض بالحمى الراشحة، فهو حمى لأنه يسبب أمراضاً حميَّة، كالحصبة والجدرى والحمى الصفراء، وراشحة لأنه يترشح من أدق المسام التى لا ترشح الميكروبات.

ولم يتمكن العلماء حتى الآن من تحديد ماهية الفيروس، هل هو كائن حى أم كائن وحسب؟؛ فهو بسيط للغاية، وهو معقد للغاية. تحسبه من بساطته وديعا، لكنه فى الحقيقة فى منتهى الخبث. يبدو فى بعض أوقاته كالجماد لا حراك فيه. لكن حين تسنح الظروف، يكشر عن أنيابه، ويسفر عن وجهه القبيح.

ولا يتعدى الفيروس، فى تكوينه، عن مادة وراثية مؤلفة من الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن ا أو الحامض النووى ريبونيوكليك ر ن ا، محاطة بغلاف من البروتين. وهو يبدى قدرة

هائلة على الانقسام والتكاثر والنمو إذا ما دخل خلايا كائن حي، وهذا ما يدعو العلماء لافتراض أنه كائن حي. ويظل الفيروس حياً داخل العائل، لكنه يفقد القدرة على الانقسام والتكاثر والنمو خارج خلايا العائل. وهذا ما يدعو البعض الآخر من العلماء لاعتباره كائنا غير حي. ويحسم بعض العلماء هذا النزاع، فيعتبرون الفيروس حلقة وصل بين صفات الكائن الحي والكائن غير الحي (الجماد). وفي هذا أو ذاك، هو أصغر الكائنات المعروفة.

والفيروس في عدوانه على الخلايا يبدى صفة التخصص، فهو لا يهاجم غير أنواع معينة من الخلايا الحية؛ ففيروس الإنفلونزا مثلا لا يهاجم سوى الأنسجة الداخلية للأنف، والخلايا المبطنة للجهاز التنفسي؛ وفيروس شلل الأطفال لا يهاجم سوى الخلايا العصبية في الحبل الشوكي، ويتكاثر فيها ويتلفها ويسبب شللها. وثمة فيروس يتطفل على الحيوان فيسبب له الجدرى، وآخر يسبب له داء الكلب، وثالثٌ يسبب له طاعون الدجاج. وثمة فيروس يتطفل على النبات فيسبب تبرقش أوراقه. وثمة فيروس يهاجم البكتريا ويخترقها، ويتكاثر بداخلها، حتى يتلفها ويقضي عليها تماما، ويسمى البكتريوفاج Bacteriophage

شكل تخطيطي للفيروس Virus

الفيروس حين يتكاثر

ومن الظواهر الغريبة في الفيروسات، والتي لم يعرف لها تفسير، حدوث طفرات في بعضها، باستمرار، مثلما يحدث في

حالة فيروس الإنفلونزا. والطفرة هي تغيير مفاجئ يطرأ على التركيب الوراثي للكائن الحي، فتنشأء سلالات جديدة من الفيروس.

فيروس الالتهاب الكبدى Hepatitis C virus (HCV)

فيروس نقص المناعة المكتسب HIV الإيدز ... AIDS يهاجم خلايا الدم البيضاء لتدمير الجهاز المناعي.

فيروس انفلونزا الطيور virus H5N1 Avian flu

وتقسم الفيروسات إلى ثلاث عائلات هى:

١- فيروسات تحتوى على الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن ا، وتتميز - بدورها - إلى عدة فصائل مثل:

x فصيلة الفيروسات النفاطية :Pox viridae ومنها الفيروسات المسببة لمرض الجدرى وجدرى البقر والجديرى.

x فصيلة فيروسات الهربس :Herpes viridae ومنها فيروس إبشتاين بار Epstein-Bar virus الذى يصيب الأطفال، خاصة فى إفريقيا، ويسبب لهم ورما خبيثا فى الغدد اللمفية، الموجودة فى منطقة الفك الأعلى، على نحو خاص، يسمى ورم بركت الليمفى وذلك نتيجة لمهاجمته للخلايا اللمفية البائية. Burkit lymphoma لذلك فهو أيضا يعد أحد الفيروسات الانتهازية التى تهاجم مريض الإيدز الذى يكون دائما ضعيف المناعة. ومن فيروسات الهربس أيضا فيروس حمى الخلايا المتضخمة Cytomegalo virus وهو ينتقل عبر التقبيل أو الدم أو السائل المنوى أو المشيمة. ولهذا الفيروس

علاقة كبيرة بورم (كابوسى) Kaposi's sarcoma

ومنها : Adeno viridae فصيلة الفيروسات الغدية * الفيروسات التى تسبب أمراض الجهاز التنفسى وأمراض الجهاز الهضمى وملتحمة العين.

٢ - فيروسات تحتوى على الحامض النووى ريبونيوكليك ر ن ا :

وهى تشكل مجموعة كبيرة من الفيروسات التى تصيب الإنسان. وتقسم إلى عدة فصائل مثل :

* فصيلة الفيروسات الدقيقة جدا : Picorna viridae ومنها الفيروسات المعوية Entera viruses مثل فيروس شلل الأطفال وفيروسات كوساكى Coxsakie viruses التى تسبب النزلات المعوية والتهاب الصدر وآلام العضلات والفيروسات الأنفية Rhino viruses التى تسبب نزلات البرد المختلفة.

* فصيلة الفيروسات المخاطية المستقيمة :Orthomyxo viridaeومنها فيروس الإنفلونزا بأنواعه المختلفة (إنفلونزا البشر وإنفلونزا الطيور).

* فصيلة الفيروسات المخططة :Rhabdo viridae ومنها فيروس داء الكلب.

* فصيلة الفيروسات الصدفية :Arena viridae ومنها فيروس مرض التهاب السحايا الليمفى.

* فصيلة الفيروسات الوشاحية :Togo viridae ومنها الفيروسات المسببة لأمراض الحمى الصفراء والحمى الدماغية والحصبة الألمانية.

* فصيلة الفيروسات التاجية :Corona viridae ومنها الفيروسات المسببة لأمراض الحيوان والتى قد ينتقل بعضها من الحيوان إلى الإنسان.

٣- الفيروسات المنعكسة :Retroviridae وهى تحتوى على الحامض النووى ريبونيوكليك ر ن أ. لكنها عندما تلتحم بالخلايا التى تهاجمها تستطيع أن تتحول بسرعة إلى الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن أ. والوسيط الذى يقوم بهذا هو إنزيم يدعى (الكاتب المنعكس)، وهذا يمكن الفيروس وهو فى وضعه الجديد من أن يلتحم بنفس الحامض النووى (ديوكسى ريبونيوكليك د ن أ) الذى فى الخلية. كما أنه يستطيع أن يحولها إلى ورم سرطانى خبيث أو يحطمها تماما.

وتنقسم هذه العائلة من الفيروسات إلى فصيلتين:

* الفيروسات العدسية :Lentiviridae إذ يأخذ الفيروس شكل حبة العدس، ويسبب أمراضا شتى للماشية والخيول والماعز.

* الفيروسات المسببة للأورام :Oncorna viridae ومنها الفيروسات التى تسبب سرطانات الدم فى القطط والأبقار والطيور، وسرطان الدم للخلايا اللمفية التائية فى الإنسان؛ وفيروس العوز المناعى البشرى (الإيدز AIDS).

والإيدز AIDS اختصار لمجموعة من الأعراض المرضية المرتبطة بنقص المناعة، تسمى متلازمة نقص المناعة المكتسب -Acquired im muno deficiency syndrome. ولفيروس الإيدز، مثل كل الفيروسات

المنعكسة والمتكونة من الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن ا، غلافٌ ولُبٌ، ويحتوى اللب على مجمل المادة الوراثية (الجينوم)، التى تختزن الأسرارَ الخاصة بنمو الفيروس وتكاثره وصفاته. وهو فى ذلك يشبه نواة الخلية الحية. ويستطيع الجينوم الخاص بفيروس الأيدز أن ينطلق ويفك الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن ا الموجود فى نواة الخلية، ويحشر نفسه فيه حتى يمتزج به، ويصبح جزءا من النواة نفسها، وفى نفس الوقت يتحكم فيها تحكما تماما.

ولهذا الفيروس مهارة كبيرة فى التخفى فى أشكال عديدة، بحيث تعجز الخلايا المناعية عن التعرف عليه، وبالتالى لا يمكن صنع جسم مضاد له. وهو يتكاثر بسرعة كبيرة بحيث يفوق فى تكاثره الفيروسات الأخرى ألف مرة، لدرجة أن المليمتر الواحد من دم مريض الإيدز يحتوى على نحو مائة ألف فيروس.

ولفيروس الإيدز نمطان: .HIV-1 , HIV-2 وهما متماثلان فى المظاهر السريرية. لكن النمط HIV-2 أقل قدرة على إحداث المرض أو ربما يستغرق وقتا أطول قبل أن يسبب المرض. ودائما يقل حمل فيروس HIV-2 عن فيروس HIV-1 بين مرضى الإيدز.

وحين يخترق فيروس الإيدز خلايا الجسم البشرى يتسلل باحثا عن هدفه وهو خلايا الجهاز المناعى، فيتطور داخلها باندماج الحامض النووى د ن ا الخاص به بالحامض النووى د ن ا الخاص بالخلية البشرية.

ويتلف هذا الفيروس الجهاز المنـــاعي بسبب دخوله إلى الخلايا اللمفية التائيـة المســاعدة T4-i T-helpers وتكاثره بداخلها ، حتى تـنـفـجـر داخل مجـرى الـدم. وهـذه الخلايـا هى الـتى تـنـظم كل الوظائف المناعية للجسم البشرى، كما تنظم عمل الخلايا اللمفية البائية المسئولة عن إنتاج الأجسام المضادة، والخلايا اللمفية التائية الأخرى المسئولة عن الفتك بالفيروسات والخلايا الورمية. ويحول الـفيـروس الخلايـا الـتـائيـة من مـناعيـة إلى مـصنع لإنـتـاج فيـروسـات جديـدة من فيـروسات الإيـدز، فتقوم الخلايا الـتـائـيـة الـتالفة بإنتاج الفيروس الذى يقوم بعد ذلك بغزو الخلايا التائية الأخرى. ويدل نـقص عـدد خلايا T4 فى الـدم على ضـعف الجـهـاز المناعى. وهـكذا يـصبـح المـصـاب بـهـذا الـفـيـروس بلا مـنـاعـة، وعـرضـة للأمـراض والأورام التى تهدد حياته.

ويـنـفـذ فـيـروس الإيدز إلى داخل الخلايـا الـبـلـعـمـيـة (الـلـمـفـيـة التائيـة) ، المعروف عنـهـا أنهـا تـدافع عن الجسم بتركـهـا لمجرى الدم وسعيها فى أعضاء الجسم، باحثة عن الجسيمات الـغـريبة والـقـضـاء عـلـيـهـا . لـكن الـفيروس لا يدمر هـذه الخلايا بـالـطـريقة ذاتـهـا الـتى يتبعها مع الخلايا اللمفـيـة التائية المساعدة (T4)، بل يختبئ بداخلها وينتقل معها إلى المخ والرئتين والعقد اللمفية وسائر أجزاء الجسم. وتـصل فـتـرة الحـضـانـة لـهـذا المرض (المدة الـفـاصـلـة بين بـدء الـعـدوى وظـهـور الأعـراض) إلى نـحـو سـنـة فى الأطـفـال ، وأزيـد من خـمـس سنوات فى الكبار.

٤ - ٣ : البكتريا .. عبقرية الخلق

البكتريا كائن حى يتألف من خلية واحدة، لا نواة لها، وتتصل مادتها الوراثية التى تحفظ وجودها بالمادة الحية (البروتوبلازم) اتصالا مباشرا. ويخلو البروتوبلازم من كل المكونات الخلوية كالميتوكوندريا وأجسام جولجى والشبكة الإندوبلازمية والليسوسومات.

ويعتبر البعض البكتريا فطراً وحيد الخلية؛ ويرى البعض الآخر أنها أقرب إلى الطحالب، وبالذات الطحالب الخضراء المزرقة؛ ويرى القليلون أنها أقرب إلى الأوليات. وعموما، فإن قطر البكتريا لا يزيد عن ميكرون واحد. أما حجمها فيتراوح بين ٠,٣ و ١٥ ميكرون. وأصغر بكتريا فى الوجود هى النوع المسمى ديالستر نيوموزينتس Dialister penumosintes. أما أكبر بكتريا فهى سبيريللم فوليوتانس Spirillum volutans.

وما الجمرة الخبيثة التى أشاعت أمريكا عنها طيلة الأعوام الفائتة أنها إرهاب من تدبير العراق سوى نوع بالغ الخطورة من البكتريا هو بكتريا الأنثراكس.

بكتريا الجمرة الخبيثة المعروفة بالأنثراكس Anthrax bacteria

والبكتريا من أقدم الكائنات الحية. وقد ثبت وجودها فى أحفورات قديمة يصل عمرها إلى نحو ٢,٣ بليون سنة، وجدت فى بعض الصخور قرب شواطئ بحيرة سوبيريور بكندا.

وهذا المخلوق هو من أكثر الكائنات الحية انتشارا، فتجده فى كل

البيئات وتحت كل الظروف ؛ ويعيش في أماكن لا تستطيع الكائنات الأخرى أن تعيش فيها ، فهو يوجد في الأماكن الجليدية التي تقل درجة حرارتها عن الصفر ، وفي مياه الينابيع الساخنة التي تزيد درجة حرارتها عن مائة درجة مئوية . كما يوجد أيضا في المياه العذبة ، وفي أعماق البحار والمحيطات . وقد عثر على البكتريا في الجو ، على ارتفاع يصل إلى سبعة كيلو مترات فوق سطح الأرض ، كما عثر عليها في التربة ، على عمق خمسة كيلو مترات تحت سطح البحر . ويصل عددها في الجرام الواحد من التربة إلى ١٠٠ مليون فرد من البكتريا .

ولا يخلو جسم إنسان أو حيوان أو نبات من البكتريا . وهي تقاوم كل الظروف ، لدرجة أنها حين تشعر بهزيمتها أمام قسوة ظرف ما ، يفرز جدارها الخارجي موادا مخاطية سميكة لحمايتها ، وتظل في مكانها سنوات عديدة ، كمن لا حول له ولا قوة ، حتى تتحسن الظروف ، فتعاود استئناف ممارسة الحياة مرة أخرى .

وتأخذ البكتريا أشكالا مختلفة ، حسب أنواعها ؛ فمنها ما يكون في خلية واحدة ، ومنها ما يتجمع في مستعمرات ، ومنها ما يكون في خيط دقيق . وتأخذ في تكوينها هذا أو ذاك أشكالا قد تكون كروية ، وتسمى كوكس Coccus ، أو عصوية وتسمى باسيليا أو باسيلس Bacillus ، أو لولبية وتسمى سبيريلم .Spirillum

وتتحرك البكتريا غالبا بواسطة أسواط أو أهداب ، تظهر – حين الحاجة إليها – من جانب واحد أو من الجانبين أو من جميع جوانب

الجسم. ولا يستطيع بعض أنواع البكتريا، مثل البكتريا الكروية، تكوين أسواط، وإنما تتحرك هائمة بفعل التيارات التى تتولد فى البيئة المعلقة فيها.

وتحتوى بعض البكتريا على مادة الكلوروفيل الخضراء، فتشبه بذلك النبات إلى حد كبير، وتتغذى كما يتغذى النبات باستخدام الضوء وثانى أكسيد الكربون والماء. وهذه البكتريا يطلق عيها ذاتية التغذية الضوئية؛ لأنه توجد أنواع أخرى من البكتريا تستخدم المواد الكيميائية، بدلا من الضوء، فى تصنيع غذائها، وتسمى ذاتية التغذية الكيميائية، مثل البكتريا المؤكسدة لبعض المركبات غير العضوية، كالكبريت أو الحديد. أما باقى أنواع البكتريا، فلا تستطيع تصنيع غذائها بنفسها، لأنها لا تحتوى على كلوروفيل، ويطلق عليها جميعا غير ذاتية التغذية، وهى تعيش وتتطفل على الكائنات الأخرى، وتسبب لها بعض الأمراض كالكوليرا والسل والتيفويد، أو تعيش مترممة على المواد العضوية الميتة.

وللبكتريا منافع كبيرة وعديدة، منها أنها تحلل المواد العضوية الميتة والفضلات إلى عناصرها الأولى، فتخلصنا وتخلص البيئة منها. وبها يستفيد النبات أيضا. وتعيش البكتريا على جذور النباتات البقولية كالفول والعدس، فتعمل على تثبيت نيتروجين الهواء، وبالتالى تزيد من خصوبة التربة. وبعض البكتريا تعيش فى الجهاز الهضمى للحيوانات المجترة آكلة الأعشاب، فتفرز لها إنزيمات هاضمة تساعدهاعلى هضم السيلولوز والاستفادة منه. وبعض

البكتريا التى تعيش فى أمعاء الإنسان تقوم بإنتاج فيتامينات , B12 وما يعيش منها فى القولون يعمل على تحليل الفضلات .B7 , B6 الموجودة فيه للتخلص منها . وتستخدم البكتريا فى صناعة اللبن الرائب ، لأنها ضرورية لتحويل سكر اللاكتوز فى اللبن إلى حامض اللاكتيك الضرورى للتخثر . كما تستخدم فى صناعات عديدة منها صناعة دبغ الجلود ، إذ تقوم بهضم بروتينات الشعر . ولبعض البكتريا دور هام فى صناعة الخل ، فتقوم بتحويل الكحول إلى حامض الخليك . ولها أيضا دور معروف فى صناعة التبغ والأجبان .

ولا يغفل دور البكتريا فى الهندسة الوراثية ، فهى فأر الهندسة الوراثية ، أو حيوان مختبراتها ، وذلك لسرعة تكاثرها ، إذ يستغرق الجيل الواحد منها ٢٠ دقيقة ليستطيع أن يتناسل معطيا ذرية جديدة . وهذا يعنى أنه فى الساعة الواحدة يتكون ثلاثة أجيال ؛ وإذا ترك للبكتريا أن تتكاثر بانتظام على مدى ٣٦ ساعة ، يتكون منها ما يصل وزنه إلى نحو ١٥٠٠ طن .

والبكتريا هى أول كائن استهلت به الهندسة الوراثية مشوارها الذى بدأ منذ عام ١٩٧٣ ، وكانت البداية مع بكتريا القولون التى تعيش فى أمعاء الإنسان والمصنفة علميا باسم الإشيريشيا كولاى Escherichia coli وكان ذلك فى تجربة طريفة تعد أول تجربة أجريت فى الهندسة الوراثية ، وقد أجراها العالمان كوهين وبوير عام ١٩٧٣ ، إذ قاما بنزع جين مقاومة المضاد الحيوى التتراسيكلين من سلالة بكتيرية ونقله إلى سلالة بكتيرية أخرى ، ليست لديها المقدرة على

مقاومة هذا المضاد الحيوى. وكانت النتيجة أن اكتسبت السلالة الثانية صفة السلالة الأولى المنقول منها الجين. وعد هذا فى حد ذاته نجاحا رائعا لا نظير له تأسس به هذا العلم الجديد وهذه التقنية الحديثة.

وفى تجربة أخرى شهيرة للهندسة الوراثية، نُقل جين هرمون الإنسولين البشرى، الذى تفرزه بعض خلايا البنكرياس فى الإنسان، إلى الجهاز الوراثى لنفس بكتريا الإشيريشيا كولاى، فأنتجت الهرمون ذاته، الذى يسوق الآن تجارياً. وعلى هذه الشاكلة مضت بحوث الهندسة الوراثية، فى تجارب عديدة لتعديل الحامض النووى ديوكسى ريبونيوكليك د ن ا، وتكوين جينات بشرية توضع فى البكتريا، لإنتاج علاج للسرطان (الإنتروفيرون)، وبروتينات بشرية كالهرمونات والإنزيمات والمضادات الحيوية والأمصال وغيرها. وبالمناسبة، فإن بكتريا الإشيريشيا كولاى يمكنها وحدها إنتاج أنواع عديدة من البروتين.

وقد نجحت الهندسة الوراثية فى إنتاج سلالات من بكتريا يمكنها التهام البترول المتسرب بمئات الأطنان كل عام من الناقلات، فى حوادث التسرب التى تقع بين الحين والحين، أو عند الشحن والتفريغ أو فى مرحلة التنقيب. وهذا بالفعل عين ما حدث فى شركة جنرال إليكتريك عندما جاءت بنوع من بكتريا التربة (السيدوموناس)، وجد أنه يحمل بداخله جينات لتحليل الجزيئات المركبة للهيدروكربونات النفطية، ونُمّتْ صفاتها الوراثية بحيث أصبحت آكلة للبترول.

كما تمكنت الهندسة الوراثية من إنتاج سلالات من البكتريا تستطيع تحليل النفايات والفضلات وتلتهم المواد السامة فيها بكفاءة عالية، وسلالات أخرى تأكل النايلون والبلاستك، وهى مواد لا تتحلل فى التربة، ويمثل التخلص منها مشكلة كبيرة. وثمة شركات صارت الآن تسوق بالفعل عبوات من مزارع بكترية للتخلص من الكيماويات الضارة. ويردُّ نجاحُ البكتريا فى هذا المجال إلى أنها تستطيع أن تنتج إنزيمات تعمل على تحليل وتكسير جزيئات النفايات الضارة. وثمة محاولات تجرى بالفعل لتحويل هذه النفايات إلى بترول وكحول. وقد أمكن لبعض الباحثين استنباط سلالة تحول الميثان (وهو المكون الرئيسى للغاز الطبيعى ويوجد بوفرة فى مخلفات الطبيعة) إلى كحول الميثانول، وهو مادة بادئة فى كثير من العمليات الصناعية. كما أنتجت الهندسة الوراثية سلالات من البكتريا تستطيع بكفاءة عالية تنظيف المواسير المسدودة بالدهون الصلبة؛ وهذا ما تنتجه بالفعل الآن شركة بوليباك وشركة سيبرون للكيماويات الحيوية.

وهنا يثور سؤال : كيف يتسنى للبكتريا وهى بهذه البساطة أن تنظم وظائف الحياة وتعبر عن مظاهرها، مع ما يتطلبه ذلك من حشود هائلة من المعلومات؟

هل تفى الشفرة الوراثية وحدها بذلك، والمادة الوراثية المتمثلة فى شريط الحامض النووى د ن ا لا يزيد طوله عن المللميتر (فى الخلية الواحدة للإنسان يصل طوله إلى نحو متر واحد، وفى خلاياه

جميعا يعادل طولُه المسافةَ ما بين الأرض والشمس) ؟؛ فمن ذا الذى يتحكم فى هذه الشفرة ليوجهها كل تلك التوجهات المطلوبة لاستمرار الحياة؟

وقد كان من المعتقد لوقت طويل أن البكتريا لا ذكور بينها ولا إناث، وأنها تتكاثر بطريقة لا جنسية وحسب، فتشق جسمها إلى أجزاء متشابهة، لا يلبث كل جزء منها أن ينمو ويصبح فردا كالفرد الذى جاء منه. لكن لوحظ وجود طرازين من البكتريا يمكن أن يتزاوجا كذكر وأنثى، ويسمى أحدهما الواهب Doner ويسمى الآخر المستقبل Recpient، فإذا ما خلط الطرازان معا فإن التصادم بالصدفة بينهما يؤدى إلى احتكاك سطحى جسميهما. ويحدث حينئذ تزاوج جنسى، تنتقل على إثره المادة الوارثية؛ إذ ينشأ بينهما جسرٌ، يخترق كروموسوم الواهبُ من خلاله جسم المستقبِل، الذى يأخذ بعض الصفات الوراثية من الواهب.

التزاوج فى البكتريا ... تحت الميكروسكوب الإلكترونى

وللبكتريا عدو خطير، سبق أن أشرنا إليه فى حديثنا عن الفيروسات، هو آكل البكتريا أو البكتريوفاج؛ وهو فيروس له نفس خواص الفيروسات الأخرى من حيث الحجم والشكل والعمل والطبيعة، يتكاثر ذاتيا كما تتكاثر الفيروسات الأخرى، لكنه بدلا من أن يسبب المرض للإنسان والحيوان والنبات، فإنه يُمرضُ البكتريا فقط. ويتواجد البكتريوفاج أينما وُجدت البكتريا؛ وهو نافع من حيث القضاء على البكتريا الضارة، بقدر ما يتوقع منه

الضرر للمزارع النقية للبكتريا النافعة، إذ يتسبب فى مشاكل تعرقل الإنتاج فى الصناعات التى تدخل فيها الأنواع النافعة من البكتريا.

البكتريوفاج ... والبكتريا

وثمة كائنات حية عجيبة أخرى تشبه البكتريا تماما، وتأخذ نفس أشكالها، حتى أن الكثيرين يعدونها ضرباً من البكتريا، فهى مكورة أو أسطوانية،. ويشبه أكثرُ أشكالها شيوعا البكتريا الباسيلية، ويعرف باسم الركتسيا، وهى فى حقيقتها طفيليات صغيرة جدا يصل أقصى قطر لها إلى نصف ميكرون، وتتواجد دائما فى الأنسجة المصابة فقط، وقليلا ما توجد فى دم أو براز إنسان أو حيوان. وهى عادة ما تسبب المرض، لكن بعضها لا يسبب أى أذى. وحمى التيفوس من أشهر الأمراض التى تسببها هذه الركتسيا للإنسان والحيوان.

٤ – ٤ : الفطريـــــات .. بين السالب والموجب

الفطر Fungus لفظة تعنى فى اللغة اللاتينية عيش الغراب، وهو أول ما عُرف من الفطريات؛ وهى فى اللغة الإغريقية Mykes بمعنى عيش الغراب أيضا؛ ومن هذه التسمية الإغريقية اشتقت تسمية علم الفطريات Mycology؛ الذى اتسع نطاقه، فتشعب إلى علوم عديدة مثل: علم الفطريات الصناعية، وعلم الفطريات الطبية، وفسيولوجيا الفطريات، وبيئة الفطريات.

والفطريات معروفة من قديم الأزل. إذ تدلل الحفريات القديمة

على وجود الفطريات منذ نحو ٥٠٠ مليون عام؛ وقد استخدم المصريون القدماء فطر الخميرة Saccharomyces winlocki في صناعة الكحول والنبيذ، واستخدموا الكحول في التداوى كمادة مطهرة ومعقمة؛ وذكروا في البرديات أن التخمر ليس سوى هدية من الإله أوزوريس. ولم تخل أساطير الإغريق من ذكر الفطريات. كما وصل الأمر ببعض البوذيين أن عبدوها.

كما عرف ابن سينا الفطريات ووصفها خاصة فطر الكمأة -Truf fles، واستخدم خلاصتها في علاج العيون. وقد عرفها الرسول، صلى الله عليه وسلم، وقال عنها: "الكمأة من المن وماؤها شفاء للعين".

والفطر كائن حي دقيق يتكون جسمه من خلية واحدة تحتوى على نواة حقيقية. وهو يخلو من المادة الخضراء (اليخضور أو الكلوروفيل)؛ فلا قدرة له على تصنيع غذائه بنفسه، وهذا هو الفرق بينه وبين النبات. ويعيش الفطر إما متطفلا على غيره من الكائنات الحية، أو مترمما، أو في علاقة تكافل مع غيره من الكائنات الحية، كما في حالة الفطريات الجذرية. ويعيش بعض الفطريات في جحور النمل، وتترعرع خيوطه فيها مكونة ما يشبه البساتين، يسعد النمل كثيرا بالتغذى عليها.

وتقدر أنواع الفطريات بما يزيد عن مليون ونصف مليون نوع، وتتباين في أشكالها وألوانها وكل خصائص حياتها؛ فيأخذ بعضها أشكال المرجان (الفطريات المرجانية)، ويحمل بعضها أسنانا

(الفطريات ذوات الأسنان)، ويأخذ بعضها الشكل الإسفنجى أو المسامى (الفطريات الإسفنجية أو المسامية)، ويكون لبعضها هيئة الرفوف (فطريات الرفوف)، أو شكل القلنسوة (فطريات القلنسوة)؛ وتأخذ فطريات أخرى هيئات الأطباق (فطريات الأطباق)، والكئوس (فطريات الكئوس)، ولبعضها صورة الهلام (فطريات الهلام)؛ كما تتنوع أشكالها فى صور البوق أو المظلة أو القوارير أو النجوم أو القرون أو الأجراس أو الوسائد. من أطرف الفطريات شكلا ما يسمى بنجوم الأرض، وهى تأخذ بالفعل شكل النجوم المنبسطة على الأرض.

فطر الكمأة ... Truffles استخدم ابن سينا خلاصتها فى علاج العيون.

ولبعض الفطريات مثل الفطريات البازيدية ألوان جميلة زاهية تجعلها تستخدم فى الزينة. لكن لبعضها أشكالا مرعبة كما هو الحال فى الفطريات الضخمة.

ومن أطرف ما يروى عن الفطريات أن بعضها، مثل فطر العسل، يومض فى الليل بأضواء واضحة، فكان هذا الفطر، قديما، يوضع فى الطرق، ليسترشد به السائرون ليلاً !.

ويعد عيش الغراب من أكثر الفطريات شهرة، وتتنوع أشكاله إلى حد مهول، على نحو ما أسلفنا. ونضيف نوعاً آخر منه، يسمى (فطر الحقل)، تنمو خيوطه الشفافة على شكل مستعمرات دائرية، ثم تنمو ثمارها فوقها، مكونة دائرة من الثمار، يطلق عليها الدائرة

الجنية Fairy ring ، إذ تبدو الدوائر كلها كأنها خطوات لجنيات راقصة.

ويشتهر بين الفطريات ، أيضاً ، البنيسيليوم Penicillium والأسبرجيللس Aspergillus والخميرة Yeast والريزوبس Rhizopus والميوكر .Mucor

كما تتباين الفطريات في أحجامها ، فهى تتكون إما من خلية واحدة ، مثل فطر الخميرة ، أو من خيوط مجهرية ، تسمى بالخيوط الفطرية Hyphae ، التى قد تكون مقسمة إلى خلايا أو غير مقسمة. وتنمو هذه الخيوط وتتفرع وتتشابك معا ، فتكون ما يشبه شبكة الصيد ؛ ومن هنا كان اسمه (الغزل الفطرى(Mycellium ، وهو - في الحقيقة - جسم الفطر ذاته ، وقد يتراوح طوله ما بين عدة ميكرونات (الميكرون = ١٠٠٠ / ١ من المليمتر) وعدة أمتار.

فطريات الرفوف Shelf fungi

نجوم الأرض- من أطرف الفطريات شكلا

فطر الحقل

فطر البنيسيليوم

فطر الخميرة

وتتواجد الفطريات في جميع البيئات طالما توافرت فيها المادة العضوية ، حية أو ميتة. إنها - ببساطة - تحتل الكون كله ، وتتواجد فى كل مكان ، وفى كل شيء. فى الغذاء وفى داخل أجسامنا وعلى أجسامنا وحول أجسامنا. وهى تعيش فى الهواء وفى التربة وفى الماء

العذب والماء المالح، وفى الصحراء عند حد الجفاف، وفى برودة تصل إلى درجة صفر مئوى. كما يمكنها العيش فى حرارة عالية تصل إلى درجة ٧٠ مئوية.

ومن العجيب أن مستعمرات الفطريات قد تنمو نموا متواصلا لعدة قرون متتالية إذا ما توافرت لها الظروف الملائمة. وقد تظل بعض الفطريات حية لمدة طويلة تصل إلى أكثر من ألف وخمسمائة عام كما فى فطر أرميللاريا بلبوزا Armillaria bulbosa المنتشر فى غابات كندا.

ومن الطريف أن بعض الفطريات، خاصة ما يسمى بالفطريات الناقصة Deuteromyccetes، تتطفل على الحيوانات الأولية، وعلى الحيوانات الصغيرة، وتكون خيوطا متفرعة بداخل الفريسة، تمتص الغذاء منها ببطء حتى تأتى عليها تماما. ومن هذه الفطريات ما يستطيع إقامة الكمائن لفرائسه، بأن ينصب لها خيوطا لزجة تلتصق بها. وبعض هذه الفطريات ماكر للغاية. فحين ينوى نصب كمين لديدان النيماتودا فى التربة، يصنع لها حلقات من خيوط لزجة، يجعل لها فتحة أقل من قطر الدودة عند وسطها، فتخدع الدودة وتدخل برأسها من الفتحة. وعندما تقترب الفتحة من وسطها فإنها لا تستطيع أن تمر فتحاول الفرار، لكنها تكون قد التصقت بالخيوط التصاقا لا فكاك منه؛ وهنا، ينشب الفطر أنيابه فى جسم الدودة من خلال ممصات Haustoria، تخترق جسمها لتمتص منها المواد الغذائية.

ومن أطرف الفطريات فطر إمبوزا مسكى Empusa muscae الذى يتطفل على الذبابة المنزلية المعروفة، فتنمو هيفاته (خيوطه) وتتكاثر داخل جسم الحشرة، حتى تضعفها فتموت. والأغرب أن جراثيم هذا الفطر تتكاثر بدون تزاوج. وإذا سقطت على ذبابة فإنها تثبت عليها وتصيبها وتدخل فى جسمها وتسرى مع دمها حتى تتمكن منها.

فطر إمبوزا مسكى... يتطفل على الذباب المنزلى، فتنمو خيوطه داخل أجسام الذباب حتى تسبب موته.

وثمة فطر آخر أقرب إلى فطر إمبوزا مسكى هو فطر إنتوموفثورا مسكا Entomophthora musca الذى يتطفل أيضا على الذباب المنزلى بأن يدس جراثيمه فى المكان الذى قد يتواجد الذباب عليه، فتلتصق الجراثيم بأجسام الذباب. ثم لا تلبث كل جرثومة أن تثبت لتكون أنبوبة تخترق جسم ذبابة. وتتحول الأنبوبة إلى خيط فطرى يملأ الذبابة خلال خمسة أيام. بعد ذلك تتثاقل الذبابة المصابة بما صارت تحمله ويبهت لونها. حينذاك ترى وهى تزحف ببطء على سقف الحجرة أو زجاج النوافذ. وعند موت الذباب تنمو الخيوط الفطرية إلى خارج جسمها ثم تنتفخ نهاية كل خيط بكتل من الجراثيم. وحين تنضج هذه الجراثيم يقذفها الفطر إلى مسافة ثلاثة سنتيمترات حول الذبابة، فإذا ما مرت ذبابة أخرى سليمة على نفس المكان يتكرر الشيء نفسه.

ومن الفطريات المغرمة بالذباب أيضاً، فطر اسمه أمانيتا موسكاريا Amanita muscaria، حتى أنه – لفرط غرامه – سمى

عيش الغراب الذبابى Fly agaric ، وهو يجذب إليه الذباب بأعداد كثيرة ويقتله فى الحال. وقديما كان مسحوق هذا الفطر يستعمل مبيدا للحشرات.

وتتكاثر الفطريات بطريقة لا جنسية، بالتبرعم أو التجزؤ أو الانشطار أو تكوين الجراثيم، أو بطريقة جنسية بتكوين أمشاج ذكرية وأخرى أنثوية. والغريب أن بعض الفطريات، مثل الفطريات الكيتريدية، تكون أمشاجا سابحة، لكل منها سوط فى مؤخرته، يتحرك به هنا وهناك. وتفرز الأمشاج الأنثوية هرمونا جنسيا يسمى السيرينين Serenin يعمل على جذب الأمشاج الذكرية تجاهها للاقتران بها.

أمانيتا موسكاريا . . . من الفطريات التى تغرم جدا بالذباب.

وبعض الفطريات مثل الفطريات التزاوجية Zygomycetes ، وبالذات فطر الريزوباس، تتشابه أفراده فلا يمكن تمييز السالب فيه عن الموجب، ومع ذلك، يحدث اقتران بين أمشاج ذكرية وأخرى أنثوية؛ وتسمى السلالة التى تنتج الأمشاج الذكرية بالسلالة الموجبة، والسلالة التى تنتج الأمشاج الأنثوية بالسلالة السالبة. والغريب أنه وجد أن السلالتين حينما تكونان مختلفتين (موجبة وسالبة)، وترغبان فى الاقتران ببعضهما، فإنهما تفرزان، معاً، حامضين هما (التراى سبوريك ب)، و(التراى سبوريك ج)، ويدفع هذان الحامضان بالسلالتين لإنضاج أمشاجهما والوصول بهما إلى حالة الاقتران التام. أما إذا كانت السلالتان متشابهتين

فإنهما لا تفرزان شيئا من هذين الحامضين، حتى لو كانتا فى تلامس مباشر فى البيئة التى يعيشان فيها. وسرعان ما تبديان تنافرا متبادلا ليبحث كلٌّ منهما عن السلالة التى يجب أن يقترن بها !.

وبرغم ضآلة الفطريات فإن لها تأثيرا قويا فى الحياة، ولها ارتباط عظيم بكل الكائنات الحية الأخرى بما فيها الإنسان، فحياة كثير من تلك الكائنات تتوقف على تأثير الفطريات.

وببساطة لولا الفطريات لما أنتج الخبز الذى يعتمد فى تخمره على الخميرة، والخميرة ليست سوى فطر يسمى سكاروميسيس سيرفيزيا Saccharomyces cerevisiae، يقوم بعملية التخمر الكحولى التى تعتبر أساس صناعة الخبز، المبنية على تخمر المواد السكرية بواسطة فطر الخميرة، منتجة الكحول الإيثيلى وثانى أكسيد الكربون الذى يسبب انتفاخ العجين. وتستغل فكرة التخمر هذه فى إنتاج الكحول للأغراض الطبية والصناعية. كما أن ثانى أكسيد الكربون الناتج عن عملية التخمر يجمع ويجمد ويباع كمنتج يطلق عليه الثلج الجاف .Dry ice

ومن الفطريات ما هو غذاء شهى (نحو ١٥٠ نوعا)، كعيش الغراب والكمأة والمورشيللا، لغناها بالمواد البروتينية والفيتامينات، وهى تؤكل طازجة أو مجففة أو مملحة. وحاليا، يصنع من بعضها أنواع مختلفة من اللحوم، إذ ينتج فطر فيوزاريوم جرامينيرم Fusarium graminearum نوعا من البروتين المسمى بالبروتين الفطرى Mycoprotein، يسوق الآن تجاريا باسم اللحم

الفطرى Mycomeat؛ كما أن لفطر فيستولينا هيباتيكا Fistulina he- patica جسم لحيم، يشبه فى شكله وطعمه لحم البقر، وهو غنى جدا بالبروتين ويسوق على نطاق واسع باسم اللحم الفطرى أيضا.

فطر فيوزاريوم جرامينيرم ينتج اللحم الفطرى

وتستخدم الفطريات تقنيا فيما يسمى بالمعالجة الحيوية Biore- mediation حيث تقوم بتفتيت بقايا المبيدات فى التربة ونزع سمية المعادن والمواد الهيدروكربونية المعقدة؛ كما تستخدم فى تحويل النفايات إلى مواد عضوية فى تقنية إعادة التدوير .Recycling وتقوم فطريات مثل كانديدا يوتيليس Candida utilis وكلويفروميسيس فراجيليس Kluyveromyces fragilis بإنتاج أنواع مختلفة من البروتين من الهيدروكربونات والفضلات العضوية.

وتعمل الفطريات، مثلها مثل البكتريا، على تحليل المواد العضوية، فتخلص البيئة من النفايات المتراكمة فيها، ومن هنا كان دورها فى تحقيق التوازن البيئى. وينتج عن تحليل المواد العضوية انطلاق غاز ثانى أكسيد الكربون، الذى يستخدمه النبات فى عملية التمثيل الضوئى. كما توفر الفطريات للنبات الماء والنشادر وكبريتيد الهيدروجين، وتقوم أيضا بتخليص التربة من كثير من الملوثات وتحويلها إلى مركبات متطايرة من مشتقات كحولية، مثل التراى ميثيل أرسين والداى ميثيل سيلينيد والهيدروجين سيلينيد، وغيرها.

وتقوم الفطريات، وخاصة تلك تعيش معيشة جذرية تحت سطح التربة، بامتصاص المواد المغذية منها، وتمررها إلى جذور النباتات في صورة ذائبة. وهي في ذلك تلعب دور مصفاة لبعض المركبات الملوثة للتربة، كالعناصر الثقيلة، فتحجزها عن النباتات. من هذه الفطريات (أمانيتا)، و(بوليتس)، و(فالاس)، و(سكليروديرما).

وتستخدم الفطريات، مثل فطر تريكودرما Trichoderma في المكافحة البيولوجية، على نطاق واسع، للقضاء على الآفات في التربة. ومن أشهر المركبات الكيميائية الطبيعة التي تفرزها الفطريات، وتعمل كمبيدات للآفات، حامض التريكولوميك الذي يفرزه فطر تريكولوما. كما تستخدم الفطريات المفترسة للقضاء على الديدان التي تعيش على جذور النباتات.

كما يفرزبعض الفطريات، مثل فطر سيلوميسيس Coelomyces، موادا تقضى على يرقانات البعوض، فتسهم في القضاء على الملاريا، وتُعرف هذه الفطريات بالمبيدات الحشرية البيولوجية. وتستخدم الفطريات بالوقت الراهن لتخصيب النبات بطريقة الحقن، لضمان إمداده بالمواد المغذية كالكبريت والفوسفات. كما تنتج مركبات نافعة، كالمضادات الحيوية، مثل البنيسيلين ومشتقاته، من فطر البنيسيليوم نوتاتم Penecillium notatum والبنيسيليوم سيفالوسبوريم Penecillium celphalosporium؛ والجريزيوفولفين من فطر البنيسيلوم جريزيوفولفم Penecillium griscofulvum؛

والأسبرجيللين، والفيوماجيلين، والفلافيسين، والجيودين، والفوناجالين، من فطر الأسبرجيللس بكافة أنواعه؛ والباتيولين والإكسبانسين والكلافيفورمين من فطر البنيسيليوم باتيولام Pencil-lium patulu وحامض الفيوسيديك من فطر الفيوسيديوم كوكسينيم .Fusidium coccineum

وتنتج الفطريات أنواعا عديدة من مركبات الببتيدات التى تستخدم فى الطب، مثل ببتيدات الميتالوثيونين وكثير من العقاقير المهمة، مثل مادة الكلافاسين المضادة للسرطان، التى تنتج من فطر كالافاشيا Calavatia وثمة مادة أخرى، تستخلص من فطريات أخرى عديدة، لها نفس الميزة فى مقاومة السرطان، وتدعى سيتوكلازين ب. كما تنتج الفطريات عددا من المواد المنظمة للجهاز المناعى Immunomodulators مثل السيكوسبورين Cyclosporin التى تستخدم بعد جراحات زرع الأعضاء لمنع رفض الجسم المستقبل للأعضاء المنقولة إليه. ومن أشهر الفطريات التى تنتج مثل هذه المواد تريكودرما بوليسورم Trichoderma poly-sorm. وتستعمل الأجسام الحجرية الموجودة فى فطر كلافيسبس بربوريا Claviceps purpurea لتحضير عقاقير خاصة تسمى القلويدات الإرجوتية Ergot alkaloids مثل الإرجونوفين Ergon-ovine والإرجوتامين Ergotamine والإرجوتوكسين Erogtoxin التى تستخدم لإحداث تقلصات الرحم ومنع النزف أثناء وبعد الولادة.

ومن الفطريات يحضر كثيرٌ من المواد البروتينية والليبيدية والقواعد النيتروجينية والهرمونات والأحماض الأمينية، كالتريبتوفان والليسين، ومحفزات النمو، مثل الجيبريللين، ومنها يمكن الحصول على حامض السيتريك (الليمونيك) وحامض الجلوكونيك وحامض الأسيتيك (الخليك)، كنتائج لتخمر السكريات بواسطة بعض الفطريات مثل البنيسيليوم والأسبرجيللس. وتنتج بعض الفطريات كعيش الغراب السام مادة الكوبرين، وهى حامض أمينى فريد، يوقف عمليات التحول الأيضى للكحول الإيشيلى، ويمكن استخدامه كعلاج لمدمنى الكحول؛ كما تنتج بعض الفطريات، مثل أشبيا جوسيبياى Ashbya gossypii كثيرا من الفيتامينات مثل (أ) و(ب) و(د).

وتنتج فطريات أخرى، مثل الأسبرجيللس نيجر Aspergillus niger العديد من الإنزيمات، مثل الليبيز والبروتييز والأميليز والسيليوليز والكيراتينيز والرنين والديجستين، ولها استخدامات طبية عديدة.

وتنتج فطريات مثل الميوكرات Mucors أحماض الأوكساليك والسلسيليك والجاليك والفيوماريك واللاكتيك؛ ويستخدم فطر أوريوبازيديم بوليولانس Aureobasidium pullulans فى إنتاج مادة البوليولان Pollulan التى تستخدم فى تصنيع مواد بلاستيكية قابلة للتحلل الحيوى وتدخل كوسيط فى الصناعات الدوائية. وتأتى بعض الأصباغ التى تدخل فى صناعة المنسوجات، مثل صبغة

نيوسيركوسبورين، من فطريات مثل سيركوسبورينا كيكوشياى Cercosporina kikuchii. كما تدخل الفطريات على نطاق تجارى كبير في صناعة العديد من المذيبات العضوية مثل الكحول الإيثيلى وحامض الخليك والأسيتالدهيد.

وتنتج الفطريات، خاصة الفطريات الزيجوتية، مادة الكيتوزان التى تدخل فى صناعة الزيوت وتستخدم كمادة قانصة للتخلص من أيونات المعادن السامة؛ أما فطريات البنيسيليوم روكفورتياى Penecillium ro-quefortii والبنيسيليوم كاممبرتياى Penecillium camembertii فتدخل في صناعة بعض أنواع الجبن مثل جبن الروكفورت والكمبريت.

وكما أن لكل شيء جانبين، المضيء والمظلم، والموجب والسالب، فالفطريات برغم كل ما فيها من خير إلا أنها الأشد إتلافاً للمواد الغذائية؛ فهى تهاجم المخزون من الغلال، كالقمح والأذرة، فتفسدها؛ وهى التى تمرض أشجار الفاكهة، والخضر، ونباتات الزينة، والمحاصيل، بأمراض عديدة كالذبول واللفحة والبياض الزغبى والبياض الدقيقى والخناق والصدأ والجرب والتفحم والعفن. ومن أبرز أمثلة الفطريات المخربة بعض أنواع الريزوباس Rhizopus والميوكر Mucor والبنيسيليوم Penicillium

ومن المذهل أن بعض الفطريات تستطيع النمو فى خزانات الوقود للطائرات. وفيها تنشط وتتكاثر حتى تسد خيوط الغزل الناتجة عنها مصافى الوقود مما يؤدى إلى أخطر العواقب. وتتسبب بعض الفطريات مثل بوليبوس وفوميس وميريوليوس فى تلف

الأخشاب وتخريبها، مما يؤدى إلى هدم منازل وجسور وسكك حديدية وأعمدة تليفونات. كما تسبب الفطريات ذاتها تحلل وتآكل الألياف والمنسوجات والجلود والورق والبويات.

ويصيب فطر كلافيسبس بربوريا Claviceps purpurea القمح بمرض يسمى الإرجوت، فإذا تناول الإنسان خبزا مصنوعا من دقيق القمح المصاب بهذا المرض، حدث له تسمم حاد مصحوب بسقوط الشعر وتآكل الأظافر والأسنان. وإذا تناولت إناث الماشية حبوبا من قمح مصاب بمرض الأرجوت يحدث لها إجهاض وتسمى حالة التسمم هذه بالتسمم الإرجوتي .Ergotism

وعدوى الفطريات معروفة في علم الأمراض باسم ميكوزيس Mycosis؛ وقد أصبح علم الفطريات الطبى أحد أفرع التخصص فى ميدان الطب. وللفطريات في الأمراض باع طويل، فالأمراض التى تصيب الإنسان من جرائها كثيرة جدا. وأشهرها مرض القراع الذى يصيب فروة الرأس ويسببه فطر تريكوفيتون والتهاب الأذن الوسطى Otomycosis الذى يسببه بعض أنواع فطر الأسبرجيللس. كما يصيب فطر كريبتوكوكس نيوفورمانس Cryptococcus neofor-mans وهو أحد أنواع فطر الخميرة الإنسان بالاختلال العقلى. ولا يحول شىء عن إصابة أى عضو فى جسم الإنسان بعدوى الفطريات، فهى تصيب العظام والمفاصل والجهاز الدورى والقلب والأنسجة السحائية والأذن والأنف والحنجرة والمعدة والأمعاء والمسالك البولية والتناسلية والعين والجلد.

وقد تكون عدوى الفطر للإنسان بطريقة مباشرة، كما فى حالة الفطريات الجلدية، أو حين يكون الشخص ضعيف المناعة، فتنتهز الفطريات فرصة نقص المناعة وتخترق الجسم، كما فى حالة مرض الأسبرجيللوزيس الرئوى Pulmonary aspergillosis

حتى الطيور والأغنام والخيول لم تسلم من إصابة الفطريات المؤذية لها، خاصة أنواع الأسبرجيللس؛ كما لم تسلم الأسماك والحيوانات القشرية، كالجمبرى والسرطانات البحرية، من إصابة بعض الفطريات، مثل السابرولجنيا Saprolegnia والأكليا .Achlya

5 - الطحالب .. كائنات بكل الألوان :

الطحالب Algae هى مجموعة واسعة الانتشار من النباتات اللازهرية، أى التى لا تكون أزهارا. وتنضوى ضمن مملكة يقال لها (الطلائعيات) Kingdom Protista؛ ويطلق عليها – بعيدا عن العلم – لفظة الأعشاب البحرية Sea weeds

طحلب خس البحر

والطحالب، مثلها مثل الفطريات، لا يتميز تركيب جسم أى منها إلى جذور وسيقان وأوراق حقيقية، بل يتكون من كتلة حية تسمى الثالوث .Thallus وقد ورد ذكر الطحالب فى الأدبين الأغريقى والرومانى بلفظ فيكوس Phykos، بما له من مضمون جمالى، إذ كان الأغنياء يستعملونها كمواد للتجميل.

ويوجد فى جزر هاواى ٤٠ نوعا من الطحالب، بين خضراء وحمراء وبنية، وتستعمل كلها كطعام وطنى، كالفول المدمس فى

مصر. وفى القرن الثانى عشر، استعملت فرنسا الطحالب فى تسميد الأرض الزراعية، وازدهرت تجارتها ازدهارا رائعا.

وفى طب القرون الوسطى شاع استعمال طحلب لاميناريا فى علاج بعض الأمراض، وتقويم اعوجاج عنق الرحم. وفى القرن الثامن عشر استخلص الإنسان اليود والبوتاس والنوشادر، بتخمير الطحالب وتقطيرها أو إحراقها ومعالجة رمادها بحامض الكبريتيك. وقد وجدت حفريات للطحالب فى تكوينات صخرية شديدة القساوة، يصل عمرها إلى نحو ٢,٣ بليون سنة قرب شواطئ بحيرة سوبيريور بكندا. وبرغم ذلك فلم تلق الطحالب الاهتمام إلا بعد اختراع الميكروسكوب فى منتصف القرن التاسع عشر.

ويصل عدد أنواع الطحالب إلى ١٧ ألف نوع؛ والعجيب من أمر دقة توازن الحياة، أنها هى الغذاء الذى تقوم عليه حياة البكتريا والفطريات، وهى كائنات أصغر منها حجماً، وأقل عدة؛ ومن هنا، تعد الطحالب القاعدة الأساسية للدورات البيولوجية الكبرى.

وتستطيع الطحالب أن تعيش فى كل مكان وفى كل وقت، فهى تعيش فى الماء العذب والماء المالح على حد سواء. وتعيش فى الأماكن الثلجية والأماكن شديدة الرطوبة. كما تتحمل درجة حرارة الينابيع الحارة التى تتجاوز ٨٧ درجة مئوية. ومن العجيب أن الإنزيمات التى تدير حركة الجسم وأنشطته فى هذه الطحالب، وهى من البروتينات التى تنكسر بالحرارة العالية، تبقى فعالة عند هذا الحد من درجة الحرارة.

ويتكون جسم الطحلب إما من خلية واحدة كما فى طحالب الكلاميدوموناس، أو من عدة خلايا تشكل معا مستعمرة، كما فى طحلب الفولفوكس (Volvox الذى يعتبره البعض واحدا من الحيوانات الأولية السوطية)، أو من خيط طويل، كما فى طحلب الإسبيروجيرا، الذى ينتشر بلونه الأخضر على أسطح البرك والمستنقعات. ولبعض الطحالب تركيب معقد، وقد يصل طولها إلى نحو ٦٠ مترا، كما فى بعض الطحالب البنية العملاقة مثل ماكروسيستس Macrocystis.

والصفة المشتركة بين جميع الطحالب احتواء أجسامها على الصبغة الخضراء المسماة باليخضور أو الكلورفيل Chlorophyll والتى تعمل على تحويل طاقة الشمس فى عملية البناء الضوئى إلى طاقة كيميائية على شكل مركبات عضوية معقدة تستخدم كمواد غذائية. لذا فإن الطحالب ذاتية التغذية، مثلها فى ذلك مثل المملكة النباتية، بكل ما فيها من النباتات المعروفة وغير المعروفة. وتحتوى أجسام الطحالب على جسيمات خاصة لخزن الطعام الذى تصنعه، ويكون فى الغالب على هيئة مواد نشوية، تسمى بيرينويدات Py-renoids والعجيب أن بعض الطحالب تختزن غذاءها من المواد النشوية على صورة جليكوجين وهو ما لا يحدث إلا فى الإنسان والحيوان.

كما تحوى أجسام بعض أنواع الطحالب صبغات أخرى بالإضافة إلى الصبغة الخضراء (الكلوروفيل). وغالبا ما تحجب هذه الصبغات

الصبغة الخضراء، إلى الدرجة التى تنسب فيها الطحالب إلى تلك الصبغات، كالطحالب الحمراء والطحالب البنية والطحالب الصفراء والطحالب الذهبية. وفى بعض الظروف البيئية، كما هو الحال فى مناطق المد والجزر، تفقد بعض الطحالب أصباغها السائدة، فيبدو الطحلب الأحمر أو البنى أو الأصفر أو الذهبى أخضر، أو بمعنى أصح يعود إلى لونه الأصلى، حيث أن اخضراره هذا يعود إلى صبغة الكلوروفيل الموجودة فيه أصلا.

وقد يدهشك أن تعرف أن الألوان الزاهية الجميلة، التى تصطبغ بها أجسام الكائنات المائية، من الأسماك والقشريات والرخويات وشوكيات الجلد وقناديل البحر والمراجين وشقائق البحر، إنما ترجع إلى ما تتناوله هذه الكائنات فى طعامها من الطحالب، بألوانها المختلفة وصبغاتها العديدة، مثل الكلوروفيل الأخضر، والكاروتين بألوانه الصفراء والحمراء والبرتقالية، والزانثوفيل الذى يعرف منه أنواع عديدة مثل الفيكوزانثين والفيكوبيلين والفيكوارثرين والفيكوسيانين.

وتصنف الطحالب إلى ٨ قبائل هى:

الطحالب الخضراء Chlorophyta

الطحالب الزرقاء Cyanophyta

الطحالب الحمراء Rhodophyta

الطحالب البنية Phaeophyta

الطحالب الصفراء Xanthophyta

الطحالب الذهبية Chrysophyta

الطحالب البيروفيتية Pyrrophyta

الدياتومـات Diatomes

ويعيش أكثر الطحالب الخضراء في المياه العذبة والتربة وعلى أسطح الصخور الرطبة، وقليل منها يعيش فى البحر. وهى تتكون إما من خلية واحدة، أو من خلايا عديدة ذات تركيب معقد يشبه النباتات الكبيرة. وتأخذ هذه الطحالب أشكالا قرصية أو نجمية أو لولبية أو مسطحة أو شبكية. والناتج النهائى لعملية البناء الضوئى الذى تقوم به هذه الطحالب هو النشا، الذى يرتبط تكوينه بجسيمات دقيقة متخصصة تسمى بيرينويدات .Pyrenoids ومن أمثلة الطحالب الخضراء، الإسبيروجيرا Spirogyra وخس البحر أولفا Ulva وكارتيريا Carteriaوجونيوم Gonium والباندورينا Pan-dorina والكلاميدوموناس .Chlamydomonas ويتم التكاثر فى هذه الطحالب من خلال تكوين خليتين مسوطتين متحركتين تلتحمان معا عبر زائدة أنبوبية تصل بينهما حتى تمتزج محتوياتهما معا.

طحلب جونيوم

أما الطحالب الزرقاء، التى تعيش فى الماء العذب وحسب، فتعزى زرقة لونها فى الأحوال العادية إلى وجود صبغة الفيكوسيانين التى توجد فيها بنسبة كبيرة. كما توجد بها أيضا صبغة الفيكوارثرين التى تجعل لون هذه الطحالب يضرب إلى الاحمرار، أحياناً. والناتج النهائى لعملية البناء الضوئى الذى تقوم به هذه

الطحالب هو النشا الحيواني (الجليكوجين) . وهى تتكاثر بواسطة أبواغ عديمة الحركة، أو بواسطة انقسام أفرادها أو مستعمراتها إلى أجزاء. ومن أمثلتها سبيرولينا وأنابينا وأوسيلاتوريا. والأخيران يكونان فجوات تمتلئ بالغاز وتعمل على طفوهما فوق سطح الماء.

أما الطحالب الحمراء فترجع حمرتها إلى صبغتى الفيكوارثرين والفيكوسيانين. وتختزن المواد الغذائية فيها على هيئة نشا يسمى نشا الطحالب الحمراء. وتتكاثر هذه الطحالب تكاثرا جنسيا متقدما.

ويرجع لون الطحالب البنية إلى صبغة الفيكوزانثين. وتختزن المواد الغذائية فيها على هيئة سكر يسمى سكر المانيتول وسكر يسمى سكر اللامينارين. وهذه الطحالب لا تعيش إلا فى البحر.

طحلب سبيرولينا

أما الطحالب الصفراء التى تعيش كلها فى المياه العذبة فيرجع لونها الأصفر إلى زيادة نسبة صبغة الزانثوفيل فيها، وهى تدخر موادها الغذائية على هيئة قطرات زيتية. ومن أمثلتها طحلبا كلوروساكوس وهتروكلوريس.

وفى الطحالب الذهبية تسود صبغة الزانثوفيل خاصة من نوع الفيكوزانثين. لكن عندما تضمحل هذه الصبغة تعود هذه الطحالب إلى اللون الأخضر. وهذه الطحالب بدائية وحيدة الخلية خيطية الشكل تشكل جزءا هاما من العوالق البلانكتونات النباتية. ومن أمثلتها طحلب فيوثامنيون الذى يأخذ شكل شجرة بنية اللون.

وتختزن المواد الغذائية فيها على هيئة مادة نيتروجينية تسمى ليوكوزين تختلط مع مادة زيتية. ومن أمثلة هذه الطحالب كروميولينا وكريزوكوكس.

أما الطحالب البيروفيتية وهى أحيانا تسمى الطحالب السوطية فهى تشبه الحيوانات الأولية السوطية من حيث أن لها بقعة عينية حمراء توجه الطحلب نحو الضوء ولها سوطان ينشآن من أخدودين بجدار الجسم عند مقدمته. وهى سباحة فى الماء. ومنها بعض الأشكال التى تضىء إضاءة ذاتية مثل جونيولاكس Gonyaulax. وهذه الطحالب تنقسم انقساما ثنائيا بسيطا بطول الجسم وتخزن المواد الغذائية فيها على هيئة نشا وقطرات زيتية.

طحلب جونيولاكس

ويضع بعض العلماء الدياتومات بين الطحالب البنية، وذلك لقرب لونها من البنى. وهى تنمو فرادى أو فى مستعمرات طافية فوق سطح الماء أو ملتصقة ببعض الصخور فى المحيطات وفى بحيرات الماء العذب أيضا، وتكون قطرات زيتية دهنية تختزنها فى أجسامها. كما يحيط خلاياها أغلفة من مادة السليكا. وحين تنقضى آجالها تسقط أغلفة السليكا إلى قاع البحيرة أو المحيط، لتكون، بمرور فترات طويلة من الزمن، رواسب هائلة من السليكا، تعرف بالأرض الدياتومية. وتوجد منها طبقات منتشرة فى دول كثيرة كمصر والجزائر وألمانيا وأمريكا. وتستعمل هذه الرواسب صناعيا كمسحوق للجلى وللتلميع وفى مستحضرات التجميل والمراهم وكمادة عازلة وتدخل فى صنع الديناميت.

وتتكاثر الطحالب، عموما، بطريقة لا جنسية تنتهى بها إلى تكوين خليتين جديدتين. كما تتكاثر جنسيا أيضا مثلما يحدث فى طحلب الكلاميدوموناس، حيث تتكون أمشاج ذكرية وأخرى أنثوية. والعجيب أن جسم هذا الطحلب يتكون من خلية واحدة، ولا يوجد بين أفراده ذكور ولا إناث، فكل الأفراد تشبه بعضها بعضا ولا يمكن أن يميز فرد عن الآخر، لا بالشكل ولا بالحجم، ولا بأية صفة أخرى، ومع ذلك فإنه يكون أمشاجا ذكرية وأخرى أنثوية. وفى ذلك أجريت اختبارات عديدة لمعرفة كيف يتم التزاوج الجنسى لديه، فلوحظ أن بعض أفراد الطحلب يمكن أن يشار إليها على أنها موجبة فى حين يشار إلى البعض الآخر على أنها سالبة، وذلك لأنها تفرز فى الماء الذى تعيش فيه مواد جنسية تسمى جامونات Gamones هى عبارة عن خليط لمادتين مختلفتين بنسبة معينة لكل منهما. وعندما يصل الفرق بين النسبتين حدا معينا تقترب الأفراد الموجبة من الأفراد السالبة لتتحد معها. وينتج عن هذا الاتحاد تكوين جنين ينقسم جسمه مرتين متتاليتين، فيتكون أربعة أفراد، اثنان منهما ينتميان إلى الطراز الموجب والاثنان الآخران ينتميان إلى الطراز السالب.

ولهذا الطحلب أنواع مختلفة، لا يمكن فى النوع الواحد منها أن يتحد فرد من الطراز الموجب إلا بفرد من الطراز السالب. لكن العجيب فى الأمر أن فرداً موجباً من أحد الأنواع قد يسلك مسلك الفرد السالب، تجاه فرد من الطراز الموجب من نوع آخر!.

وللطحالب أهمية اقتصادية كبيرة للإنسان ولغير الإنسان، فمنها ما يستخدم كغذاء، كالطحلب البني لاميناريا .Laminaria وتستخدم الطحالب منذ زمن طويل كغذاء للإنسان، فهي تقوم مقام الخبز بالنسبة لكافة البلاد الواقعة على سواحل المحيط الهادى، ومنها يصنعون أنواعا مختلفة من الأطعمة والمشهيات. ولبعض الطحالب مثل العشبة الأيرلندية Irish moss، وهى طحلب أحمر، اسمه العلمي (كوندرس كريسبس)، أهمية تجارية قصوى كغذاء شهي في أوربا وأمريكا والشرق الأقصى، حيث يطلق عليها تجاريا اسم كومبو .Kombuويزرع الطحلب الأحمر المسمى بورفيرا بكميات كبيرة على سواحل اليابان. ويطلق عليه هناك اسم نورى Nori وهو ينتشر كغذاء شهى بين سكان تلك المناطق. وفى الصين تستعمل الطحالب الزرقاء من جنس نوستوك كطعام شهى يقدم إلى جانب وجبات الأرز والسمك. وفى تشاد يتناول السكان هناك الطحلب الأزرق سبيرولينا Spirolina الذى ينمو في المستنقعات الضحلة ويصنعون منه فطائر رقيقة يجففونها في ضوء الشمس. وجدير بالذكر أن هذا الطحلب يحتوى من البروتينات ستة أضعاف ما هو موجود في اللحم البقرى. وتستغل الطحالب البحرية كغذاء للحيوان، بعد تجفيفها وطحنها. وقد وجد أن إضافتها إلى غذاء الدواجن يزيد من إنتاج اللحم والبيض، وإضافتها إلى علف الماشية يزيد من إدرار اللبن ويرفع من نسبة فيتامين (أ) في الزبد.

ومن طحالب مثل الفيوكس يستخرج اليود ؛ فمحتوى هذا الطحلب من اليود كبير ، فيستخرج منها ليستخدم فى الوقاية من مرض الغدة الدرقية Goiter ؛ ويعزى عدم ظهور أعراض هذا المرض فى بلدان الشرق لتناول أهلها هذه الطحالب الغنية باليود ؛ ويباع مسحوق هذه الطحالب بالصيدليات فى كثير من الدول لما تحويه من فيتامينات وأملاح منشطة . كما ثبت أن الكاروتين الموجود فى الطحالب يزيد من مقاومة الجلد للأورام الخبيثة . وفى اليابان يستخدم طحلب كلوريللا ، بعد تجفيفه ، كمشروب يقارب فى نكهته الشاىَ الأخضر ، ويحظى هناك بشعبية واسعة ؛ كما يخلط مسحوقه بدقيق القمح ليصنع منه حساءٌ لذيذ . هذا ويمكن تربية الطحالب على مياه المجارى ومخلفات الصناعة للحصول على محصول غذائى غنى بالبروتينات والكربوهيدرات والدهون يمكن أن تستخدم فى تغذية الإنسان والحيوان على حد سواء .

وتشكل الطحالب عموما القاعدة العريضة فى هرم السلاسل الغذائية . ويعتبر بعض الطحالب غذاءً رئيسيا للحيوانات البحرية ، ويرى بعض العلماء أنها مهمة للأسماك أهمية العشب للبقر .

وللطحالب أهمية بالغة فى عمليات التنقية الذاتية ، فهى تجدد محتوى مياه الأنهار والبحيرات من الهواء ، بما لها من مقدرة على البناء الضوئى وإنتاج الأكسجين . وقد استغل علماء الفضاء الطحالب ، فابتدعوا مزرعة طحلبية تكنولوجية تسمى الجاترون Al-gatron توضع فى سفن الفضاء ، مهمتها تجديد الهواء فيها وإعادة توليد الأكسجين المستهلك بداخلها .

طحلب كلوريللا

وتستعمل الطحالب لإزالة ملوحة البحر وتحويل مياهه المالحة إلى عذبة؛ فقد وجد أن تركيز الأملاح بداخل كثير من أنواع الطحالب، مثل كلوريللا، يرتفع وقت تعرضها للضوء، وفي الليل، تقوم بإخراج ما سبق أن امتصته من الأملاح إلى الوسط الخارجي؛ فاستغل علماء الميكروبيولوجيا هذه الخاصية، وقاموا بتصميم طريقة أو نظام لتحويل المياه المالحة إلى عذبة، بأن تنقل هذه الطحالب من أحواض معرضة للضوء وبها مياه مالحة، بعد أن تمتص تركيزات مناسبة من الأملاح، إلى أحواض مظلمة، لتطلق فيها ما سبق أن امتصته من أملاح، ثم تفصل الطحالب من الأحواض المظلمة بطرق فيزيقية، وتنقل مرة أخرى إلى الأحواض المضيئة، وهكذا.. يمكن بتكرار العملية الوصول إلى تركيز مناسب من الأملاح وجعل المياه صالحة للاستعمال.

وقد فكر كثير من العلماء في توليد الطاقة الكهربائية والحصول على الوقود السائل من الطاقة الشمسية وذلك بزراعة الطحالب الزرقاء في درجات حرارة عالية تتكيف عليها، ثم تخمير هذه الطحالب لإنتاج الميثان وتحويله إلى وقود سائل.

ويمكن للطحالب التخلص من أخطار المواد المشعة والمخلفات الذرية السائلة. وقد أمكن بالفعل استخدامها لامتصاص كميات كبيرة من عناصر اليود والفوسفور والسيزيوم المشعة وكذلك امتصاص نواتج الانشطار الناجمة عن التفجيرات النووية كالاسترانشيوم المشع.

والمعروف عن بعض أجناس البكتريا مثل أزوتوباكتر وكلوستريديوم وسيدوموناس وميثانوموناس والبكتريا العقدية ريزوبيوم أنها تستطيع تمثيل نيتروجين الهواء وتثبيته، وتتوفر هذه القدرات لبعض الطحالب الزرقاء مثل أنابينا وجلويوكابسا وكلاثروسيستس ونوستوك.

ويُستخلص من الطحالب كثيرٌ من المستحضرات الكيميائية المهمة، تشتمل على فيتامينات وأصباغ وإنزيمات وستيرولات ومواد هلامية مثل الأجين والغراء والأملاح البوتاسية والصودا واليود والأمونيا والفحم النباتى والمركبات الصيدلانية مثل الستر ارين؛ كما تدخل المركبات الهلامية الطحلبية فى تجهيز الكابسولات والأقماع الموضعية والأقراص المستعملة لمعالجة الحموضة فى المستحلبات الدوائية. ويستخدم بعض الطحالب مثل الطحلب الأحمر ديجينيا سيمبلكس (وينتشر على ساحل أبى قير فى الإسكندرية) فى استخلاص مادة الهلمينول الذى يستعمل كشربة طاردة للديدان المعوية.

ويستخدم طحلب سارجاسم لينفوليم فى الهند لعلاج اضطرابات المثانة وأمراض الكلى والغدة الدرقية. كما يستخدم طحلب لاميناريا براكتيانا فى الصين على شكل محلول لزج باسم كوانبو kwanpu لعلاج اضطرابات الطمث. وقد عزلت بعض المضادات الحيوية مثل السارجالين من بعض الطحالب. ولطحلب سيندزمس أبليكس بالذات أهمية دوائية كبيرة إذ يعتبر مصدرا لطلائع الكورتيزون.

وتنتج بعض أنواع الطحالب، مثل الطحلب الأحمر جليديوم Gelidium مادة الآجار التي تستخدم كوسيط لنمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة، وفي تحضير الأمصال، وتدخل في صناعة تعليب الأسماك واللحوم، وكمادة مالئة في صنع الحلوى، وفي صقل الأقمشة والورق؛ وفي طب الأسنان يدخل في صنع الدنتوكول Den-tocoll الذي يستعمل في عمل قوالب طبع اللثة من أجل صناعة الأسنان الصناعية.

ومن كثير من الطحالب تستخلص مادة الكراجينين الشبيهة بالآجار والتي تستخدم في صنع الحلوى، وفي أدوية السعال وكريمات الحلاقة وألواح الفوتوغرافيا، وتوضع أسفل الضمادات لعلاج الحروق، وتؤثر في حدة المذاق المر للأدوية، فتخففها، ليسهل بلعها. ويستخدم مستخلص الكراجين، الذائب في الماء، بتخفيف كبير، كمانع لتجلط الدم، وله في ذلك قوة الهيبارين.

وفي اليابان وبلاد أخرى كثيرة يستخدم المستخلص المائي لطحلب سارجاسم رينجولديانم في صناعة دباغة الجلود. ويمكن استخدام الطحالب كمادة خام صالحة للتصنيع؛ إذ أن البروتين الطحلبي، بجانب كونه طعاما سائغا، فإنه يصلح كبديل للبروتينات الداخلة في صناعة الألياف، وكمادة مالئة، وفي صناعة المواد اللزجة اللاصقة، وينادي كثيرون الآن باستخدامه كبديل لكازين اللبن.

ويستخدم اليابانيون حامض الألجينيك المستخلص من طحلب السارجاسم فى صناعة الحرير الصناعى؛ كما تدخل الألجينات فى صناعة النسيج والأقمشة والجلود والمطاط وكمادة عازلة ولحفظ الخشب من التسوس، وفى الطلاءات المستخدمة تحت سطح البحر، وفى صناعة الورنيش، وفى المركبات المعطّلة للحرائق، وفى المبيدات الحشرية وتركيب حبر الطباعة، وفى عزل ألواح البطاريات الكهربائية ومواد التشحيم. وللألجينات الحديد المسماة فروكول Ferrocol أهمية طبية فى مقاومة الإفراز غير الطبيعى للعصارة المعدية. ومنذ زمن الأغريق شاع استخدام المادة الفعالة (ألجين) المستخلصة من العشبة الكروسيكية (البتتديم هيلمنثو كورتون) كعقار طارد للديدان. ومنذ أقدم العصور والطحالب تستخدم كسماد بالمناطق الساحلية، ففى فرنسا مثلا يستخدم سنويا ما قيمة ٣ مليون طن من الطحالب لزيادة خصوبة الأرض الزراعية.

وعجائب الطحالب لا حصر لها. إذ أنها تستطيع أن تعيش وتزدهر وتتكاثر فى أقصى درجات التلوث بالمواد السامة بل وتنتج من الأكسجين لكافة صور الحياة ما يعينها على الاستمرار، فثمة طحالب مثل طحلب ميلوزير أفارينز لا تسود إلا فى البيئة الملوثة بزيت البترول وطحالب مثل أكروموناس تميل إلى أن تعيش فى البيئة الملوثة بدرجة الحامضية العالية وطحالب مثل كوكوكلوريس تميل إلى أن تعيش فى البيئة الملوثة بدرجة القلوية العالية. وطحالب مثل تراكيلوموناس

هيسبيدا تزدهر فى وجود التلوث بأملاح الحديد وطحالب مثل كالوثريكس برونياى وتزدهر فى وجود التلوث بأملاح النحاس. وطحالب مثل التتراسبورا تفضل العيش فى ظل التأثير السام لأملاح الكروم. وطحالب مثل دياستروم دوبلكس لا تحيا إلا فى وجود التلوث الشديد بالأصباغ المستعملة فى تجهيز المنسوجات.

ومن الغريب أن الطحالب برغم ضآلتها فإنها كثيرا ما تتطفل على غيرها من الكائنات الأخرى، فمن الطريف أن طحالب خضراء وحيدة الخلية وحمراء خيطية تنمو فى الطبقات السطحية لأجسام بعض الحيوانات اللافقارية مثل الجوفمعويات والرخويات والأوليات.

وقد تتعايش الطحالب مع غيرها من الأحياء فى علاقة تكافلية كتلك التى تربط بين الدودة المفلطحة كونفوليوتار وسكوفينسيس والطحلب الأخضر المجهرى كارتيريا الذى يقيم بداخل أنسجتها الطلائية بصفة دائمة. والغريب أنها لا تستطيع أن تحيا بدونه طويلا.

وكثيرا ما تتطفل الطحالب على بعضها البعض وعلى نباتات أخرى عديدة تكبرها حجما بكثير وتنمو فوقها وعليها. وقد تصيبها بالأمراض. وتشترك طحالب شتى فى علاقات تكافلية مع الفطريات. وهنا يكمل الكائنان كل منهما الآخر فى معيشة ناجحة. ويسمى التركيب المشترك من الكائنين بالأشن.

والأشن (Lichens مفردها أشنة) هي كائنات حية يتكون كل منها من كائنين مختلفين ، هما فطرٌ وطحلب أخضر مزرق ، يشارك كل منهما بجزء في تركيبه ، فيندمجان معا ويكونان للأشنة جراثيم من كليهما . ويسمى جزء الفطر المكون للأشنة بالمعاشر الفطرى Mycobiont ، في حين يسمى جزء الطحلب المساهم بالبناء الضوئى بالمعاشر الطحلبى Phycobiont أو المعاشر الضوئى Photobi-ont. وقد يسود أى من الفطر أو الطحلب على الآخر ، لكن فى النهاية يخرج الكائن المتكون من هذين الكائنين مختلفا عنهما تماما .

ويبلغ عدد أنواع الأشن نحو ١٥٠٠ نوعا ، وتنتشر فى بيئات متعددة ، فى التربة المعتدلة وفى قلب الصحراء وعلى حواف الأنهار وعلى شواطئ البحار وعلى لحاء النبات وأوراقه وعلى الصخور أو بداخلها ، وحتى فى مقذوفات البراكين وعلى الثلج فى المناطق القطبية وعلى جدران المعابد القديمة ، ودرقات السلاحف البرية وأحجار المقابر . وتظل حية فى الجفاف لفترات طويلة جدا قد تصل إلى ٤٠٠ عام . وحين تسنح الظروف لها تنشط وتعود لتمارس الحياة من جديد . ومن العجيب أن تكون تلك الأشن خلال تلك الظروف غذاء لأشن أخرى أو حتى لفطريات أخرى .

ونظرا لطول الفترة الزمنية التى قد تبقاها الأشن فإنها تستخدم كدوال زمنية للمكان الذى توجد فيه حتى أنه قد ظهر مصطلح يدل على ذلك العداد الأشنى Lechenometry وفى المقابل تعد الأشن

كدوال بيولوجية للتلوث . إذ أن كثيرا منها يختفي عندما يكون التلوث شديدا فى مكان ويدل اختفاؤها هذا على شدة التلوث فى ذلك المكان .

وتأخذ الأشن ألوانا مختلفة، فهى برتقالية أو حمراء أو بنية أو صفراء أو متعددة الألوان . وتبدو أشكالها على هيئة حبيبات متناثرة أو على هيئة قشور أو على هيئة أوراق ملتصقة بأى شيء ثابت . وقد وجد أن الأشن تنتج العديد من الصبغات والكواشف التى تحدد قلوية أو حامضية المحاليل مثل ورق عباد الشمس .

وفى الصورة أشنات تنمو على الصخور

وبرغم ضآلة الأشن فلها القدرة على تكسير وتفتيت أى شيء صلب . وأهميتها بالغة فى كل المجالات ، ففى الطب تستخدم فى علاج الإسهال والحمى والأمراض الجلدية والصرع والصفراء . كما أنها تنتج بعض المضادات البكتيرية مثل حامض اليوزنيك الذى يستخدم فى صناعة المراهم . وتفرز بعض الزيوت التى تستخدم فى صناعة العطور والصبغات والطلاء والأقمشة ودباغة الجلود . كما تفرز بعض النواتج الأيضية الثانوية والتى يطلق عليها الأحماض الأشنية وتشمل أحماضا دهنية ولاكتونات وعديدات الببتيدات مثل الأنثراكينونات والميفالونات والشيكيمات والديبسيدات . وقد وجد أن لهذه المواد أدوارا هامة كمضادات حيوية وكعوامل قانصة ، لاقتناص الملوثات من بؤر التلوث .

وفوق هذا وذاك يستخدم كثير من أنواع الأشن كطعام للإنسان والماشية في بلاد كالهند واليابان وأيسلندة . وقد وجدت بعض الأشنات في قبور قدماء المصريين، مما يدل على استعمالهم لها كطعام . وهي في منطقة التندرا تستخدم كطعام لبعض الحيوانات مثل الرنة . وفي الطبيعة هي طعام للحشرات وحيوانات أخرى عديدة .

وتحافظ الأشن على بقائها في الوجود بالتكاثر ، شأنها شأن كل المخلوقات الحية . وتكاثر الأشن تكاثر عجيب ، فهي تتفتت إلى وحدات تسمى سوريديا Soredia تبدو على هيئة قطع دقيقة كأنها مسحوق على سطح الأشنة . وهي في الواقع ليست سوى بضع خيوط فطرية محاطة ببضع خلايا طحلبية . ثم تنتشر في الهواء ، وحين تسقط على بيئة مناسبة فإنها تنمو من جديد لتكون أشنة جديدة . ومن العجيب أنه يمكن لكل من خيوط الفطر وخلايا الطحلب المشاركين في تكوين الأشن أن ينمو نموا مستقلا عن الأخر فيتكون فطر جديد وطحلب جديد مستقلين عن بعضهما .

٤ – ٦ : الأميبـــا .. كائن أبـدى

الأميبا Amoeba حيوان ضئيل للغاية ، لا يرى بالنظر ، بل يلزم المجهر لرؤيته ، فحجمه لا يتعدى جزءاً من مائة جزء من الملليتر ؛ ويتكون جسمه من خلية واحدة ، عبارة عن كتلة من المادة الحية المسماة بالبروتوبلازم ، في وسطها تقع النواة التى تلعب دور العقل المسيطر ؛ وبرغم هذا التكوين ، فلا يجب أن تعتبر مجرد خلية ، ذلك

لأن الخلية يقتصر نشاطها دائما على ما يخصها من وظائف، دون سواه.

ولقد ارتفع هذا المخلوق الضئيل إلى أعلى مراتب الشهرة عندما اتخذه عالم الحيوان ت. هـ. هكسلى (صديق داروين الحميم، أو كلبه الوفى، كما كان يحلو له أن يدعوه) من بين كافة النماذج الحيوانية، نقطة البداية فى سلسلته التطورية، واعتبرها أول حيوان حقيقى، واختارها نقطة ارتكاز لتطور الإنسان من الكائنات الأدنى، إلا أنه قد غفل عن أن الأميبا الحديثة لها سلسلة نسب ضاربة فى أعماق التاريخ بملايين السنين، أقدم من الإنسان ذاته.

وقد اعتاد الناس أن يشيروا إلى الأميبا بأنها كائن بسيط، وأحيانا يصفونها بأنها كائن بدائى. لكنها لو قيست بمقياس التعقد، كما فى الكائنات الحية الأخرى عديدة الخلايا، لصارت هى الأكثر تعقيدا؛ فجسم الأميبا يتكون من خلية واحدة، تقوم بكل الوظائف والأنشطة الحيوية؛ بينما بنيان الجسم فى الكائنات الأخرى يتكون من خلايا عديدة، تؤدى ذات الوظائف. فمن الأكثر تعقيداً هنا ؟ .. هل هو الكائن الحى ذو الخلية الواحدة أم الكائن الحى ذو الخلايا العديدة؟.

والحقيقة هى أن الأميبا ليست بسيطة، إلا فيما يتعلق بأن جسمها غير مقسم إلى خلايا؛ أما فيما عدا ذلك فإن تعقدها، من حيث التركيب والوظائف الفسيولوجية، يثير الذهول والدهشة؛ فالأميبا – فضلا عن أنها تستطيع أن تؤدى كل مظاهر الحياة بكفاءة

بالغة - فإنها مكيفة تكيفا بديعاً، بطريقة خاصة، تمكنها من التحرك فيما حولها، وللتغلب أيضا على الصعوبات التى تقابلها. وهى، فى ذلك تعادل أو تكافئ إنساناً كاملاً، لا خلية واحدة من خلايا جسمه. بل الواقع أن الأميبا تستطيع أن تقوم بمعظم ما يقوم به الإنسان، وتزيد عنه شيئا أو شيئين، ليس بمقدوره أن يؤديهما.

وقبل أن نستطرد إلى ميزات الأميبا، لنتعرف أولا على ملامح هذا المخلوق الضئيل، الذى يعيش أبداً، فجسمه هلامى، بلا رأس، ولا ذيل ولا مقدمة ولا مؤخرة ولا أذرع ولا أرجل ولا فتحة فم ولا فتحة شرج ولا حواس كالعين أو الأنف أو الأذن أو اللسان. أخشى أن تقول الآن إن هذا المخلوق هو - إذن - لا شىء. كلا، إنه يستطيع، فى لحظة واحدة، أن يبدو وقد امتلك هذه الأعضاء، بشرط أن يكون لها استخداماً، أى إذا ما كان لذلك هدف حياتى، فسرعان ما تنشأ له مثل تلك الأعضاء. والأعجب أنها سرعان ما تتلاشى أيضا، فمثلا حين يتحرك حيوان الأميبا أو يقاتل عدواً، أو يلوذُ بالفرار منه، ينشأ له مقدمة ومؤخرة وأذرع وأرجل؛ وحين يتناول طعامه ينشأ له فم؛ وحين تزداد الفضلات بجسمه ينشأ له شرج؛ وهكذا.

الأميبا ... Amoeba العملاق الضئيل جدا

وللأميبا حركة غريبة وعجيبة، طالما أثارت الكثير من الاهتمام بين العلماء، وذلك من حيث اختلافها تماما عن الحركة الاعتيادية باستخدام العضلات فى مخلوقات أخرى، حتى لقد صارت تنعت بعض أنواع الحركة فى بعض المخلوقات بالحركة الأميبية، نسبة إلى

الأميبا . ومما يدعو إلى الدهشة أنه قد اكتشفت خلايا أميبية فى أنسجة جسم الإنسان والحيوانات الكبيرة، لها تراكيب ووظائف مشابهة إلى حد كبير لتلك التى للأميبا . كما يرجح بعض العلماء أنه ربما يتضح فى المستقبل القريب أن ما يحدث فى عضلة الإنسان، حين تنقبض لتحريك جسمه أو جزء من جسمه، قد يشبه ما يحدث من تغيرات فيزيائية وكيميائية فى الأميبا حين تتحرك .

وتبدأ الأميبا الحركة بأن تنساب أية نقطة على سطح جسمها، فتكوِّنُ نتوءا غير مدبب، كأنها رجل لكنها ليست برجل حقيقية، لذا تسمى بالرجل الكاذبة، تستمر فى التقدم فى اتجاه ما، بأن ينساب إلى داخلها بعض من المادة الحية . وبعد فترة يتكون نتوء مماثل عند نقطة مجاورة، ثم تنساب المادة الحية بداخله لتتكون رجل كاذبة جديدة . وبهذه الطريقة يتقدم الحيوان فى غير نظام، فينساب أولا إلى جانب ما، ثم إلى جانب آخر، ثم إلى ثالث؛ وحين يحول الحيوان اتجاهه يكوِّنُ أرجلا كاذبة على الجانب المضاد لاتجاه سيره الأول؛ وعند تكوُّن أرجلٍ جديدة ترتد القديمة عائدة إلى بقية الجسم .

وقد وضعت تفسيرات عديدة لأسلوب الأميبا فى الحركة، الذى صار مضربا للأمثال . والنظرية الأقرب للقبول تعتمد على تفسير يرتكز على التغير فى قوام المادة الحية (البروتوبلازم)، التى تتميز إلى : منطقة رائقة خارجية وأخرى حبيبية داخلية؛ كما أن المنطقة الحبيبية الداخلية تتميز إلى : طبقة هلامية إلى الخارج، وتسمى

البلازمة الهلامية، وطبقة سائلة إلى الداخل، وتسمى البلازمة السائلة. وتنسال البلازما السائلة فى الأميبا المتحركة فى اتجاه الحركة، وعندما تصل إلى نهاية الرجل الكاذبة، وتنحرف إلى الجوانب، تتحول إلى بلازما هلامية، بينما تستمر البلازما السائلة فى السيلان إلى الأمام، نحو الطرف المتحرك.

كذلك، فإن أرجل الأميبا الكاذبة تتكون عند تناول الطعام. والعجيب أن هذا المخلوق يستطيع، وهو يتناول طعامه، أن يميز بين غذائه الحقيقى من النباتات والحيوانات الدقيقة، وما قد يدس له من حبيبات عديمة القيمة الغذائية، كالرمل أو الزجاج وخلافه!. وتلقى الأميبا بأرجلها الكاذبة على جوانب الطعام المراد تناوله، حتى تمسك به، ثم تحيطه وتدفع به إلى داخل الجسم، محاطاً بقطيرة من الماء، فيتكون ما يسمى بالفجوة الغذائية، هى التى تقوم مقام المعدة فى الكائنات الأكبر. والعجيب - مرة أخرى - أن الهضم الذى يحدث بداخل تلك (المعدة) الأميبية يتضمن، أولاً، إفراز عصارة إنزيمية حامضية على الطعام أولا كما يحدث فى معدة الإنسان؛ ثم يخرج الطعام المهضوم من الفجوة الغذائية، منتشرا إلى كتلة المادة الحية البروتوبلازمية، ليلقى ما ينتظره من تفاعلات كيميائية أيضية، للنمو، أو لبناء ما قد يتلف من الجسم، أو للحصول على السعرات الحرارية، كطاقة لازمة لاستيفاء مظاهر الحياة التى يتمتع بها هذا الكائن. أما ما يتبقى من مواد غير قابلة للهضم فيندفع إلى شرج مؤقت لكى يتم إخراجه بعيدا عن الجسم.

وتتنفس الأميبا ككل الكائنات الحية إلا أنها لا تحتاج إلى جهاز تنفسي خاص، فهي تحصل على الأكسجين الذائب في الماء المحيط بها بواسطة الانتشار. ولما كانت كمية الأكسجين الذائب في الماء أكبر مما في جسم الأميبا ذاتها، فإن الأكسجين يدخل باستمرار إلى داخل جسم الأميبا، ويستعمل مباشرة لحرق الطعام، ويستلزم ذلك أن تكون كمية الأكسجين داخل جسمها أقل، على الدوام، مما في الماء المحيط بها. أما ثاني أكسيد الكربون فينتشر من جسم الأميبا إلى خارجه، لأن كميته في جسم الأميبا تكون دائما أعلى مما في خارجه.

وثمة جهاز مذهل بجسم أميبا الماء العذب، يعمل كالمضخة ويسمى الفجوة المتقبضة؛ وتتقبض هذه الفجوة بانتظام قاذفة بمحتوياتها إلى الخارج، ثم تعود وتتكون مرة أخرى، وتنتفخ تدريجيا حتى تصل إلى أقصى حجم لها، وعندئذ تُنفجر قاذفة بمحتوياتها إلى خارج الجسم. وقد شبه أحد العلماء الدور الذى تلعبه الفجوة المتقبضة للأميبا بالدور الذى تقوم به مضخة في سفينة نفذ إليها الماء، حيث يجب أن تعمل المضخة طوال الوقت، لإنقاذ السفينة من الغرق. لذا يمكن القول بأن وظيفة الفجوة المتقبضة في الأميبا هي تنظيم المحتوى المائي. والدليل على ذلك أن الأميبا التي تعيش في المياه المالحة لا تحتوى أية فجوات متقبضة.

والأميبا كائن خالد، فإذا ما رأيت أميبا الآن فربما يكون عمرها ملايين السنين، وقد تظل على قيد الحياة ملايين أخرى من السنين، فالأميبا تتكاثر بطريقة بسيطة بأن تنشطر إلى أميبتين، وذلك بأن

تتخصر المادة الحية فيها إلى نصفين متساويين تقريبا . ويتبع ذلك انشطار النواة إلى نصفين آخرين . ويسلك كل نصف مسلك أبيه . وسرعان ما يصل إلى الحجم العادى ويعيد الكرة التى فعلها أبوه . إذن فكل أميبا موجودة حاليا تكون متصلة اتصالا مباشرا عبر الأجيال بالأميبا الأولى . وما هذا سوى الاستنساخ .Cloning

وكما أسلفنا تستطيع الأميبا أن تفرق بين طعام الحقيقى والحبيبات عديمة القيمة الغذائية . وتستطيع أيضا أن تميز فريستها عن غيرها بما تحدثه هذه الفريسة من حركة فى الماء . وتتحرك الأميبا بعيدا (تنفر) عن الضوء الشديد والكيماويات الضارة أو المنبهات الآلية ، فإذا دفعتها بقضيب زجاجى فإنها تتقلص ثم تعكس طريقها . وإذا حدث اضطراب شديد للأميبا فإنها تتكور وتسكن فترة من الزمن حتى تشعر بالأمان فتعود إلى حالها الأول . ويقول بعض العلماء أن قدرة الأميبا على اختيار الطعام يعد سلوكا واعيا أو أنها تمتلك بعض مبادئ القوى الموهوبة للمخ فى الإنسان والتى نسميها الصفات النفسية للمادة الحية .

ومن الأميبا أنواع أخرى تعيش متطفلة على الإنسان . بعضها لا يسبب له أذى وبعضها يحيق به أشد الضرر . من الأنواع غير المؤذية نوع يدعى انتاميبا جينجيفالس Entamoeba gingivalis ، يعيش فى أفواه أكثر من ٧٥٪ من الناس ويتغذى على البكتريا التى بين الأسنان . ونوع آخر يدعى انتاميبا كولاى Entamoeba coli يعيش متطفلا بداخل القناة الهضمية للإنسان وللحيوانات الكبيرة . ولا

يضر الإنسان ولا تلك الحيوانات الكبيرة التي يعيش بداخلها. إذ يتغذى على البكتريا التي في الأمعاء وحسب.

ومن أنواع الانتاميبا المؤذية للإنسان الانتاميبا هستوليتكا Entamoeba histolyica. وهي ذات شهرة بالغة السوء في مجال الصحة والمرض. إذ أنها تعيش في الأمعاء الغليظة للإنسان وتنهش في جدرانها حتى يسيل الدم منها، فتتغذى على خلايا الدم الحمراء التي في الدم النازف. وبهذا تسبب للإنسان مرض الزحار أو الدوسنتاريا.

٤-٧ : الكائنات العَجَلية .. مجتمع من الإناث

الكائنات العجلية Rotifera هي حيوانات مجهرية، لا يزيد طول الواحد منها عن ثلث المللميتر. وأغلبها يعيش في الماء العذب بالبرك والمصارف والمستنقعات، وتتحرك فيه كالعجلات، ويعيش قليل منها في البحر؛ وكل أنواعها تحتمل الجفاف أكثر من أي حيوانات أخرى، وقديمتد احتمالها الجفاف التام سنينا؛ وعندما يتبخر الماء عن حيوان منها فإنه ينكمش إلى أقل حجم ممكن. وفي بعض الأحيان يموت الحيوان لكن البويضات التي به تتحمل الجفاف إلى أن تتوفر الرطوبة، فتفقس، وتنفرط الحيوانات المنكمشة، وتسبح وقد استعادت الحيوية والنشاط، وتتغذى بنهم. وبسبب صغر حجم هذه الحيوانات وقدرتها على تحمل الجفاف المؤقت فإنها انتشرت في كل مكان وغزت كل بيئة.

وتتنوع أشكال هذه الحيوانات تنوعا عظيما، فمنها ما يشبه الدودة، ومنها ما يشبه الزهرة ويكون مثبتا فى الماء، ومنها ما يشبه الكرة ويطفو على سطح الماء؛ ومن أمثلتها كونوكيلوس وأسبلانكنا وفلوسكيولاريا وفيلودينا.

وتتميز كل الحيوانات العجلية بحركتها السريعة التى لا تتوقف أبدا. ويعرف الحيوان العجلى من تاج من الأهداب يرتص حول حافة قرص فى مقدمة جسمه. وتضرب هذه الأهداب فى الماء فتبدو كأنها عجلات تدور، فهذه الأهداب هى عضو الحركة للحيوان، وهى أيضا وسيلته لاقتناص الفرائس وإدخالها إلى الفم كغذاء.

وللحيوان فى مؤخرته قدم ذات أصابع مدببة تفتح عليها غدد تفرز مادة لزجة كالأسمنت يستعملها الحيوان لتثبيت نفسه فى أثناء تناول غذائه. وتستعمل هذه القدم أيضا للحركة بأن يثبت الحيوان أصابعه عند نقطة ما ويمد مقدمته عند نقطة تالية ثم يحرر أصابعه لينتقل إلى نقطة أبعد. وفى نفس الوقت يثبت مقدمته مع تقلص جسمه. ويكرر هذا عدة مرات حتى ينتقل من مكان إلى مكان أنسب.

وبرغم أن هذه المخلوقات مجهرية إلا أن أجسامها تتكون من خلايا عديدة لكنها غير محددة بل مندمجة مع بعضها بلا حواجز ولا جدران بينها. ومع ضآلة هذه المخلوقات إلا أن لها جهازا هضميا وأنابيب إخراجية وأعضاء للتناسل وجهازا عصبيا وأعضاء للإحساس. هذا ويحوى جهازها الهضمى فما متسعا وبلعوما

عضليا قويا يستطيع به مضغ أى طعام لأنه يتركب من أسنان صغيرة قوية تحركها عضلات خاصة . وقد تمتد هذه الأسنان خارج الفم كأنها الملاقط لتلتقط أية فريسة مارة بجوارها . وغالبا ما يسمى هذا البلعوم بالطاحونة البلعومية . وهو يؤدى إلى قناة هضمية مستقيمة تتكون من معدة وأمعاه تنتهى بشرح يفتح إلى الخارج .

وللحيوان العجلى عين بسيطة يرى بها ولوامس يحس بها وجهاز بولى يجمع البول من جسمه بواسطة خلايا لهبية تتحرك كلهب الشمعة ثم تصبها فى قناة بولية تؤدى إلى مثانة فى مؤخرة الجسم تفتح فى الشرج . كما أن الجسم يحتوى على سائل يدور فى الجسم كله ليؤدى نفس الوظيفة التى يقوم بها الدم فى الحيوانات الكبيرة وفى الإنسان أيضا .

أحد الكائنات العجلية . . . وتركيب جسمه من الداخل

وفى أغلب أنواع الحيوانات العجلية لا يوجد سوى إناث فقط ، ولم يثبت أن وجد بينها أى ذكر قط . وتتناسل هذه الإناث فى غيبة الذكر بإنتاج بويضات تنمو بالطبع دون إخصاب . وحين تفقس تخرج منها إناث فقط . وفى أنواع أخرى من هذه الحيوانات تظل أفرادها طول العام وهى تتكاثر بهذه الطريقة فى غيبة الذكر بإنتاج بويضات تنمو إلى إناث دون إخصاب . ولا يظهر الذكر إلا فى أيام قليلة من العام . وحين يظهر فإنه يبدو صغير الحجم ومضمحل الجسم (ربع حجم الأنثى) لحد أن جسمه يخلو من كل الأعضاء والأجهزة إلا الجهاز التناسلى فقط (خصبة وقضيب فقط) . وإذا ما

درت بوجوده الإناث فإنها تضع من فورها على مقربة منه بويضات صفراء اللون تختلف عن البويضات العادية التى تنتج الإناث فى الظروف الأخرى. وهذه البويضات حين يلقحها الذكر تخصب وتنتج ذكورا. عندئذ تلقح الذكور الناتجة الإناث وتضع الإناث بويضات مخصبة تتميز بقشرة صلبة سميكة مزركشة عن البويضات التى تنتجها الإناث فى غيبة الذكور. وتتحمل هذه البويضات الجفاف والحرارة والتجمد وكل الظروف غير الملائمة. وبعد فترة سكون تفقس هذه البويضات إلى إناث.

هذا ويمكن تمييز البويضات فى المخلوقات العجلية إلى ثلاثة أصناف: بويضات صيفية كبيرة تتكون منها الإناث، وبويضات صيفية صغيرة تتكون منها الذكور. وهذان الصنفان ينموان بكريا بلا تخصيب من الذكر أى فى غيبة منه. والصنف الثالث من البويضات هو بويضات شتوية يخصبها الذكر وتظل فى حالة كمون حتى الربيع. ومعظم الحيوانات العجلية بيوضة. لكن بعضها مثل فيلودينا Philodina يلد صغارا. والمذهل أن هذه الصغار تخرج إما عن طريق فتحة المذرق أو تخترق جدار جسم الأم مما يتسبب فى موتها.

والأشد غرابة فى أسلوب حياة هذه المخلوقات هو كيفية تلقيح الذكر لأنثاه، فهى تتم بطريقة الحقن تحت الجلد Hypodermic impregnation أى أن الذكر يثقب أى موقع فى جدار جسم الأنثى ليدخل فيها حيواناته المنوية.

٤-٨ : الطيور ... عباقرة بالفطرة

ليس الطائر هو كل من طار، بل كل من كان له ريش، فالبعوض يطير والذباب يطير والخفاش يطير، وحتى السمك بعضه يطير. وأهم المواصفات التى تميز الطائر عن غيره، بعد وجود الريش، أن أطرافه الأمامية متحورة إلى أجنحة، وتنتهى كل رجل بأربعة أصابع ذات مخالب. وأفواه الطيور مناقير ذات أشكال متعددة، خالية من الأسنان. وتتميز الطيور بضعف حاسة الشم لديها، بينما حاسة الإبصار قوية جدا. وتمتد من رئتى الطائر تسعة أكياس مملوءة بالهواء، ونهاياتها فراغات تتخلل العظام. لذا فعظام الطيور خفيفة الوزن. كما أن فقرات الجذع فيها مندمجة معا، وكذلك معظم الفقرات الأخرى، وذلك لتسهيل الطيران.

ولا يفقس بيض الطيور إلا بعد حضانة من أحد الوالدين. لذا لا تضع الأنثى من الطيور بيضا أكثر مما يمكن أن يغطيه جسمها. وأصغر أنواع البيض بيض الطائر الطنان وأكبره بيض النعام. وليس بين الطيور غير عدد قليل من الأنواع يضع بيضه ويهمله ولا يحضنه، .. وبينها أنواع قليلة تتطفل على غيرها فتضع بيضها فى عشوش طيور أخرى.

وجميع أنواع الطيور تنتف ريشها فى منطقة البطن عند اقتراب موعد الحضانة. وتعرية هذه المنطقة من الريش يكشف عن الأوعية الدموية فيها، مما يرفع من درجة حرارة الجلد فى هذه المنطقة. وكل ١٢ ساعة يقوم الطائر بتقليب البيض دوريا ليضبط هذه المنطقة

المعراة من بطنه لكى تلامس البيض فتمنحه الدفء المطلوب. وحضانة الطير لبيضه قد تكون من واجبات الإناث فقط، كما فى كل طيور الأغصان، أو يتناوبها الإناث والذكور كما فى طيور النعام وخطاف البحر وزمار الرمل والبلشون والبطريق.

والأم فى الطيور هى المسؤولة عن تقديم الغذاء للصغار، وهو متنوع، من بذور وثمار إلى ديدان وحشرات. ويضع بعض أنواعها الغذاء فى أفواه الصغار مباشرة؛ وبعض منها تمضغه مضغا جزئيا ثم ترجعه إلى حوصلتها، فتمد الصغار مناقيرها إلى داخل حوصلة الأم فتتغذى على ما تحتويه من غذاء.

وفى طيور الصعو Wren، وهى ضئيلة الجسم، شجية الغناء، تضع الأنثى بيضها وترقد عليه نحو ١٥ يوما حتى يفقس. وإذا حدث أن تركت الأنثى عشها لوقت قصير يبقى الذكر بالقرب منه ليحرسه ويحميه. وعندما تعود الأنثى فإنه يذهب للحصول على الغذاء. وبعد أن يفقس البيض يبدأ الوالدان فى العمل على إحضار الطعام للصغار، فيقومان بنحو ٣٠٠ طلعة كل يوم للبحث عن الطعام، ويعودان فى كل مرة حاملين الحشرات وغيرها من الفرائس فى منقاريهما، لتغذية صغارهما.

والطريف أن بعض أنواع الطيور كسول، يعجز عن تربية صغاره، فيدفع بها إلى طيور أخرى، وهى لا تزال - بعد - فى طور البيض لكى تقوم تلك الطيور بتربيتها نيابة عنه. وحين يصل النوع المعروف باسم طائر البقر، وهو نوع من الشحارير، إلى مرحلة البلوغ (فترة التناسل والتكاثر)، يمضى وقته

فى صحبة الأبقار، يلتقط الحشرات المحيطة بأقدامها أو على ظهورها؛ وتضع الإناث بيضها فى عشوش طيور صداحة أخرى، تسمى الهوازج، فطيور البقر كسولة، لا تكلف نفسها عناء بناء عشوش لها. ويفقس بيض الهوازج ومعه بيض طيور البقر. وتطعم طيور الهوازج صغار طيور البقر الفاقسة، وتعتنى بها وترعاها. وتقضى هذه الصغار من طيور البقر كل عمرها قبل البلوغ بين طيور الهوازج تتلقى منها كل العناية والرعاية. وحين تكبر وتصل إلى البلوغ ويصبح فى إمكانها العناية بأنفسها تترك الهوازج خلفها وتنضم إلى بنى جنسها من طيور البقر الأخرى.

ولا تتحمل جميع الطيور الجوع، حتى أن بعض أنواعها تموت إذا ما تعرضت للجوع يوما واحدا. ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة أجسامها، حيث تبلغ ٤٥ درجة مئوية، مما يؤدى إلى الاحتراق السريع للطعام فى أجسامها، واستهلاكه بسرعة.

والطيور من أكفأ المخلوقات التى تمارس الهجرة، وتشتهر برحلات هجرات طويلة، شغلت الناس من قديم الأزل؛ ومن أطرف ما قيل قديما فى هجرات الطيور، أنها ترحل من الأرض إلى القمر لقضاء الشتاء فيه ثم تعود إلى الأرض مرة أخرى عندما يحل الربيع.

وترتبط هجرة الطيور بالتغيرات المناخية وقلة الغذاء، وإن كانت سلوكيات الهجرة عند بعض الأنواع تثير الحيرة، عندما تترك مواطنها قبل حلول الشتاء بفترات طويلة، فى وقت وفرة الغذاء، وأيضاً عندما تبكر بالعودة من مناطق الهجرة، بالرغم من عدم تغير الظروف الملائمة فيها، فتسرع عائدة إلى موطنها الأصلى، الذى

تكون أحواله لا تزال غير مواتية، من حيث شح الغذاء وسوء المناخ. من هذه الأنواع، خطاف البحر، الذى يسكن الجزر البريطانية، ويهاجر منها إلى أفريقيا قبل حلول البرد فى بريطانيا، وطيور السنونو واللقلق التى تترك موطنها الأصلى، فى أوربا فى أواخر الصيف، مهاجرة إلى جنوب أفريقيا، وتعرض أنفسها للمشقة طوال رحلتها، بالرغم من توافر الغذاء وتحسن الظروف المناخية فى أوربا فى ذلك الوقت.

وليس من تفسير مقبول لهجرة الطيور، عامة، إلا القول بأنها ربما كانت دافعا غريزيا تخضع له تلك المخلوقات رغما عن إرادتها، خاصة إذا عرفنا أنها بلغت من الدقة أنها لا تعود إلى موطنها الأصلى فحسب بل تعود إلى نفس الشجرة التى تحمل نفس العش الذى صنعته قبل مغادرتها المكان. كما أن الكثير من صغار الطيور التى لم تتعد أعمارها ستة أشهر والتى لم تمارس الهجرة من قبل، يسلكون لأول مرة ودون تعلم وبلا خبرة سابقة نفس طريق الهجرة الذى كان يسلكه آباؤهم. وتتم الرحلة بنجاح. ويبلغ الصغار هدفهم فى الموعد المحدد.

يروى جيه هامبورجر J.Hamburger فى كتابه "القدرة والضعف La Puissance et la Fragilite" واقعة مثيرة للدهشة عن طائر عبقرى يقدر على تذكر المعلومات الموجودة فى الشفرة الوراثية بكفاءة خارقة تبدو أغرب من الخيال: فى ٢٧ مايو من عام ١٩٥٥م أمسك صياد سمك يابانى بطائر يدعى الطائر الحمل Mutton-bird كان معلما بحلقة تحمل تاريخ ١٤ مارس من نفس العام وتذكر

موطنه بجزيرة بابيل بأستراليا . وكان هذا الطائر يبدأ انطلاقه من ساحل استراليا ثم يطير شرقا فوق المحيط الهادى ثم يدور فى اتجاه الشمال على طول ساحل اليابان حتى يصل إلى بحر بيرنج Bering Sea حيث يستريح بعض الوقت ثم ينطلق بعد هذه الوقفة ولكن ليتجه جنوبا هذه المرة ليظل طائرا بمحاذاة ساحل أمريكا حتى يصل إلى كاليفورنيا . ومن هناك يطير فى طريق عودته فوق المحيط الهادى ليعود من حيث بدأ .

طائر الحمل Mutton-bird طائر عبقرى يقدر على تذكر المعلومات الموجودة فى الشفرة الوراثية بكفاءة خارقة تبدو أغرب من الخيال .

ويقطع الطائر رحلته هذه على شكل العدد (٨) . ويبلغ طولها ١٥ ألف ميل . وتستغرق ستة أشهر وتنتهى دائما فى الأسبوع الثالث من شهر سبتمبر على نفس الجزيرة وفى نفس العش الذى تركه الطائر منذ ستة أشهر مضت . ولا تختلف هذه الرحلة مرة فى شىء من المسار ولا التاريخ ولا الشكل ولا الطول . ويلتزم كل طائر من هذه الطيور التى تمارس هذه الرحلة التزاما صارما بجدول زمنى غاية فى الدقة .

أما ما يحدث بعد أن يعود الطائر إلى جزيرته وعشه فيدعو إلى العجب . إذ عند عودة هذه الطيور تبدأ فى تنظيف عشوشها استعدادا للتزاوج . وبعد التزاوج تضع الأنثى بيضتها الوحيدة فى الأيام العشرة الأخيرة من شهر أكتوبر . وبعد شهرين تفقس البيضة ويخرج الفرخ الصغير وينمو بسرعة . وحين يصل عمر الأفراخ ثلاثة أشهر تأخذ فى مراقبة آبائها وهى تنطلق فى رحلتها الرائعة . وبعد

أسبوعين أى فى منتصف أبريل تنطلق الصغار بدورها إلى نفس الطريق الذى سلكه آباؤها بنفس المسار الذى سبق ذكره من قبل.

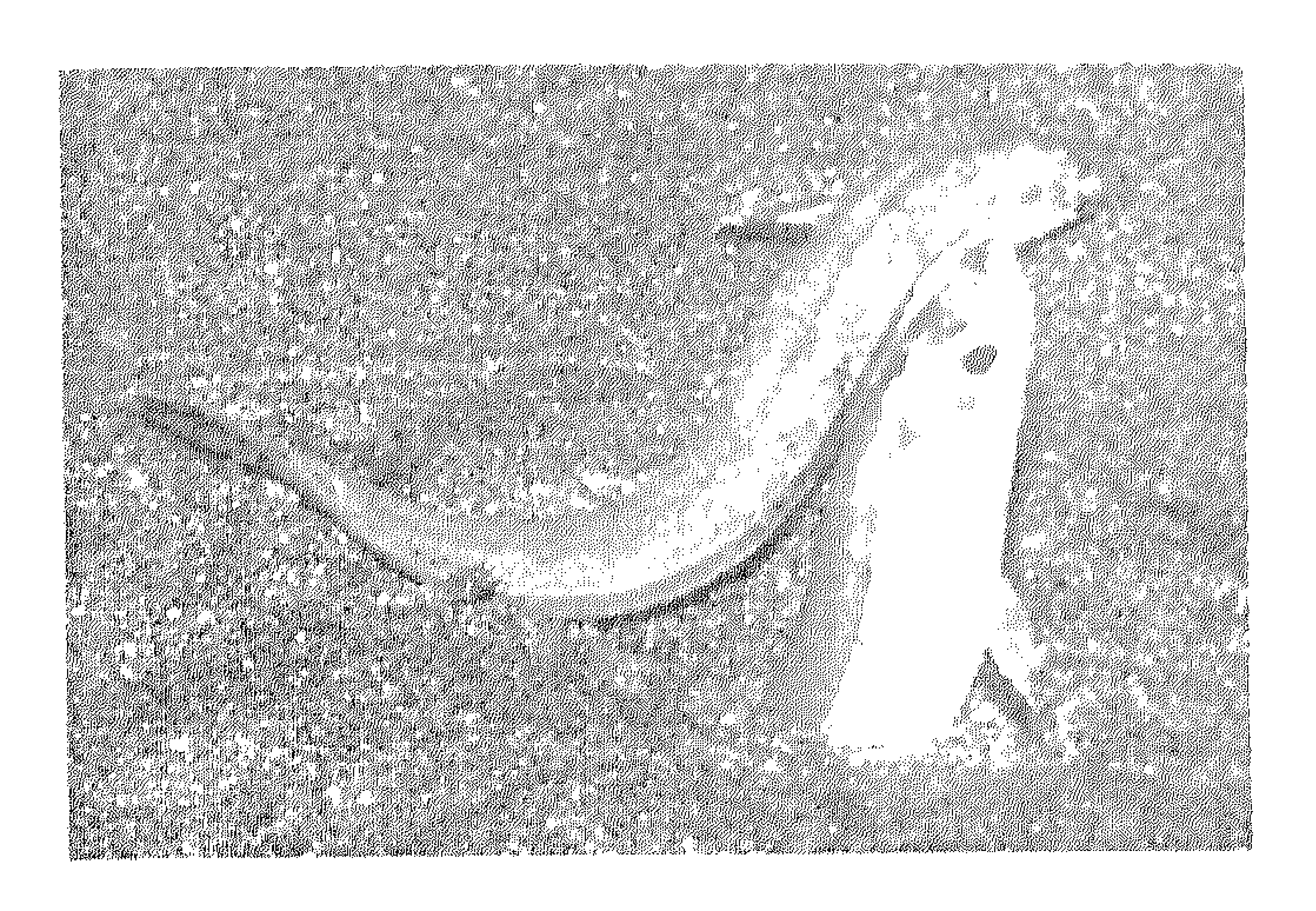
ويقارن جيه هامورجر رحلة هذا الطائر برحلة مكوك الفضاء الذى يقوم برحلته ويعود إلى الأرض فى نفس اللحظة التى تم حسابها مسبقا، فيقول: إن رحلة المكوك بدءا من انطلاقه ثم دورانه حول الأرض ثم عودته إلى الأرض فضلا عن أهدافه التى ينجزها فى الفضاء يقوم ببرمجتها خبراء على درجة عالية من التدريب وتدعمها حاسبات آلية قوية تعمل معا بتنسيق بالغ، فتصدر الحاسبات أوامرها للمكوك. وفى بعض الأحيان تعدل الأوامر الأصلية وفقا للأوضاع والأحوال التى كانت هى الأخرى من وضع الحاسبات. وغالبا ما يلزم التصرف فى غضون جزء من الثانية لتسجيل المعطيات المطلوبة ومعالجة المعلومات ثم إصدار الأوامر. وكل هذه العمليات تفوق قدرة البشر.

والآن هذه رحلة وتلك رحلة، فماذا أنت قائل عن كم الحاسبات الآلية والبرامج والمعلومات التى سجلت فى خلايا طائرنا؟!

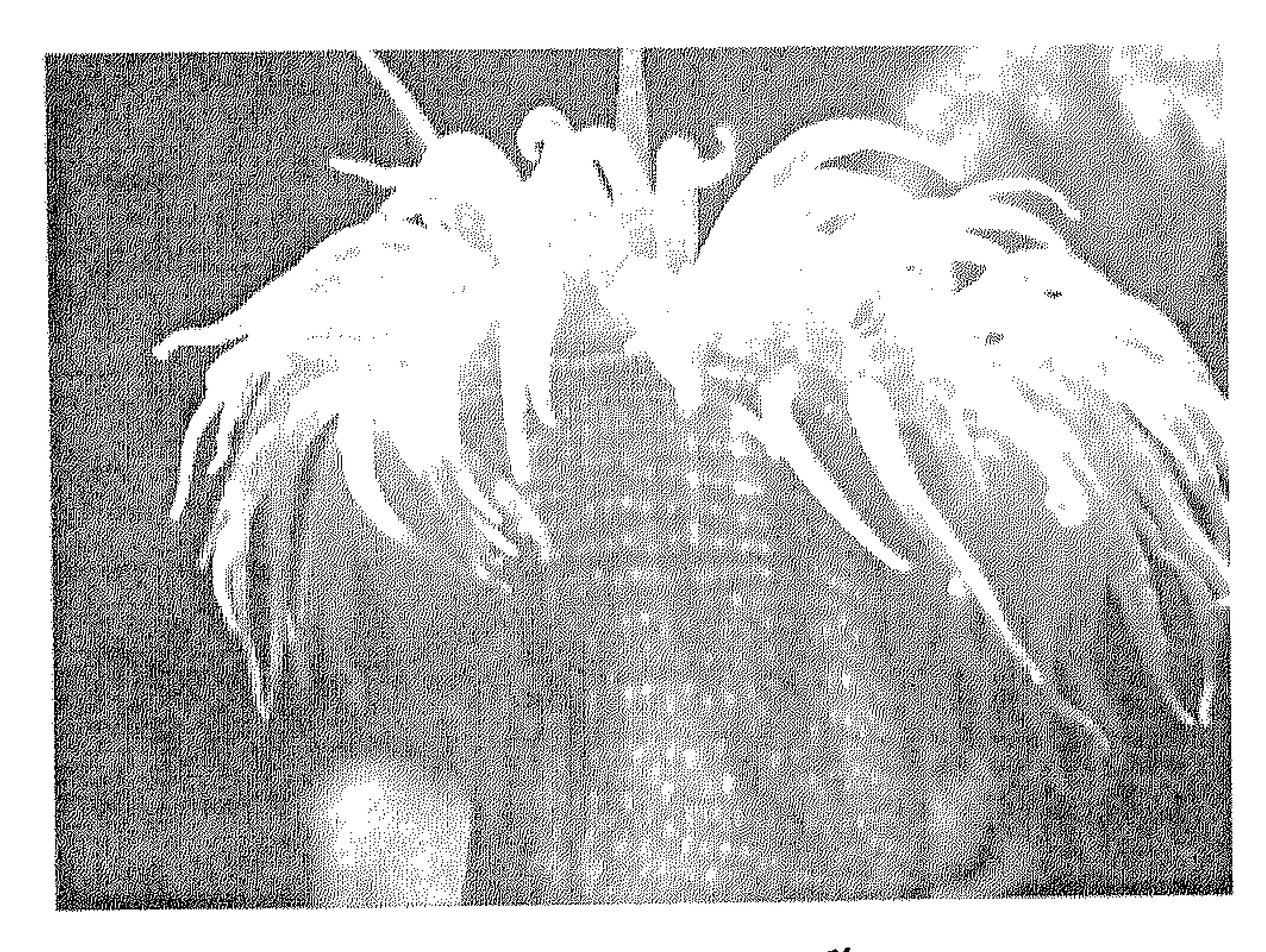
أرانى الآن أتذكر الفيلسوف الإسلامى المتصوف محيى الدين بن عربى وهو يردد ما قاله فى المخلوق الضئيل العظيم:

أتحسب أنك جرم صغير

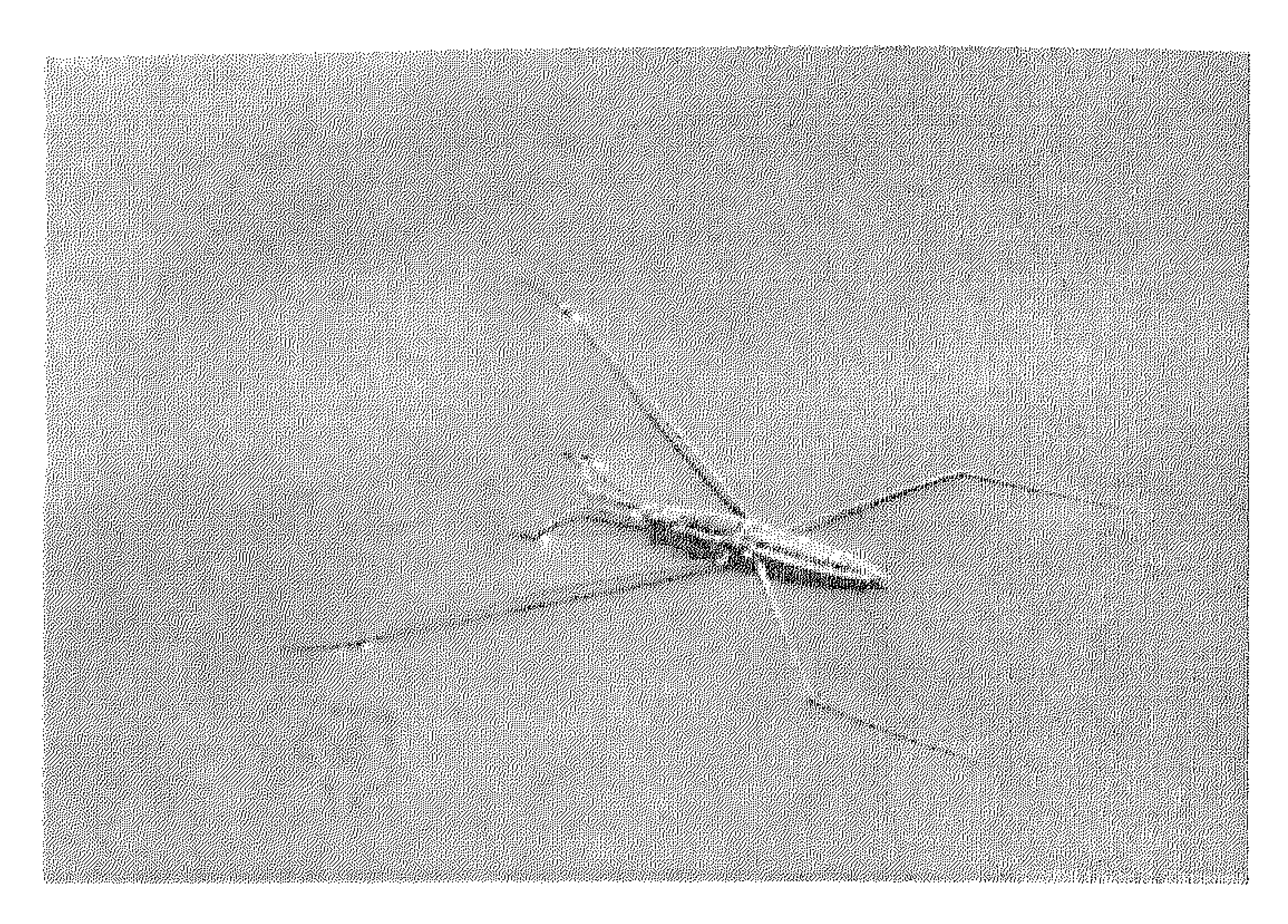
وفيك انطوى العالم الأكبر



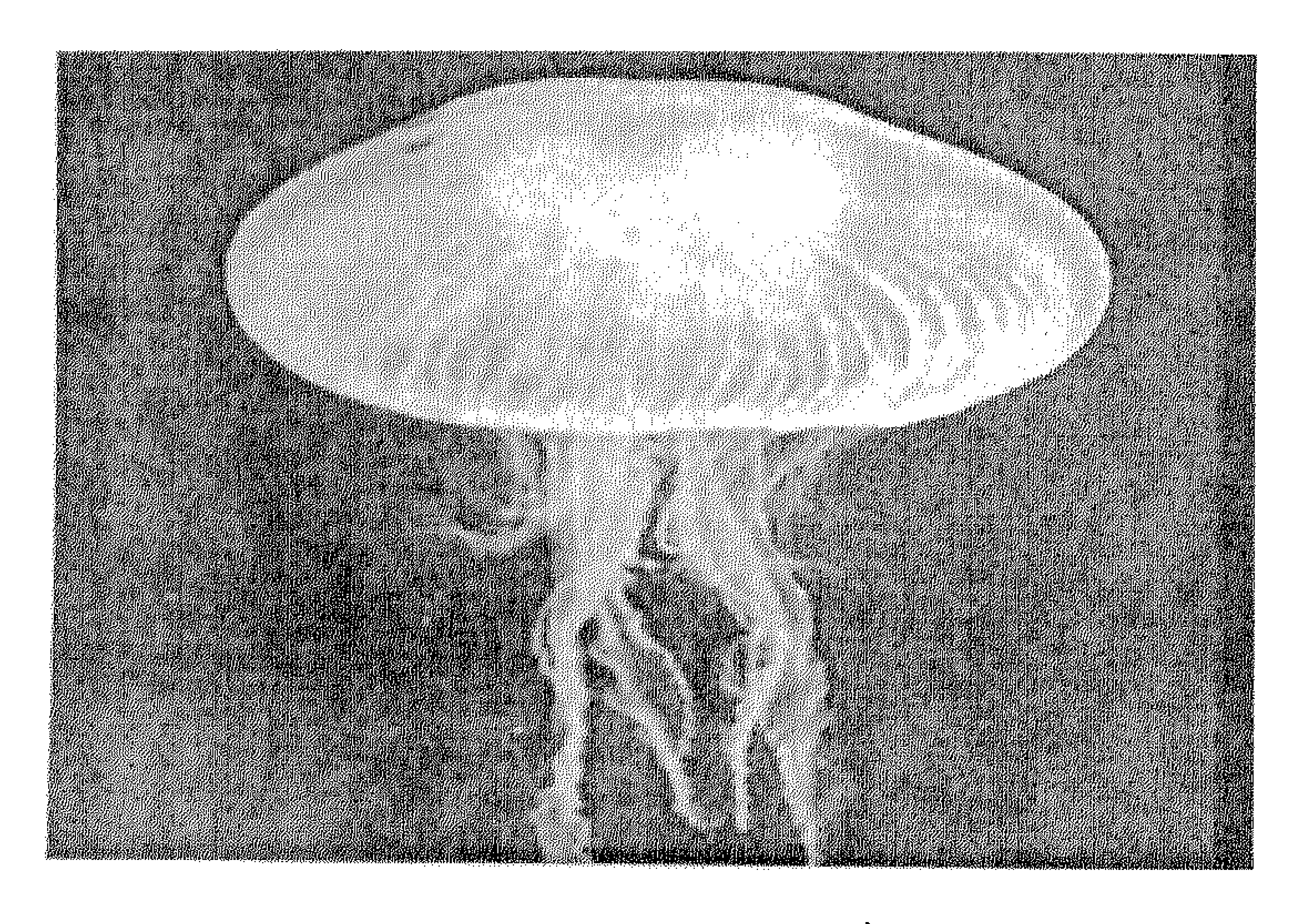
أسماك الجرنيون Grunion تربط فترة تزاوجها بفترات المد والجزر ودورة القمر



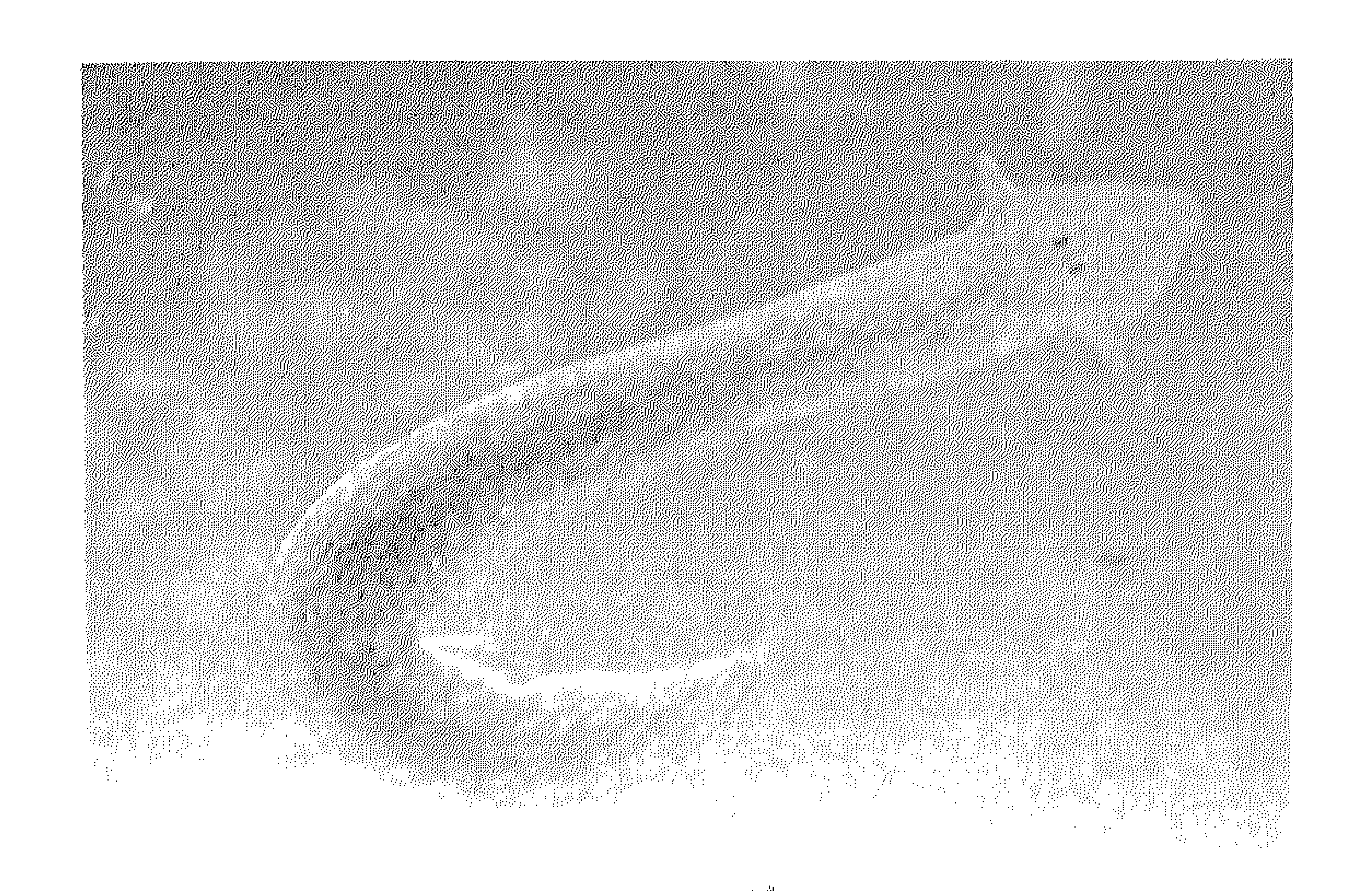
أقحوان البحر Sea anemone



حشرة القارب Boat insect



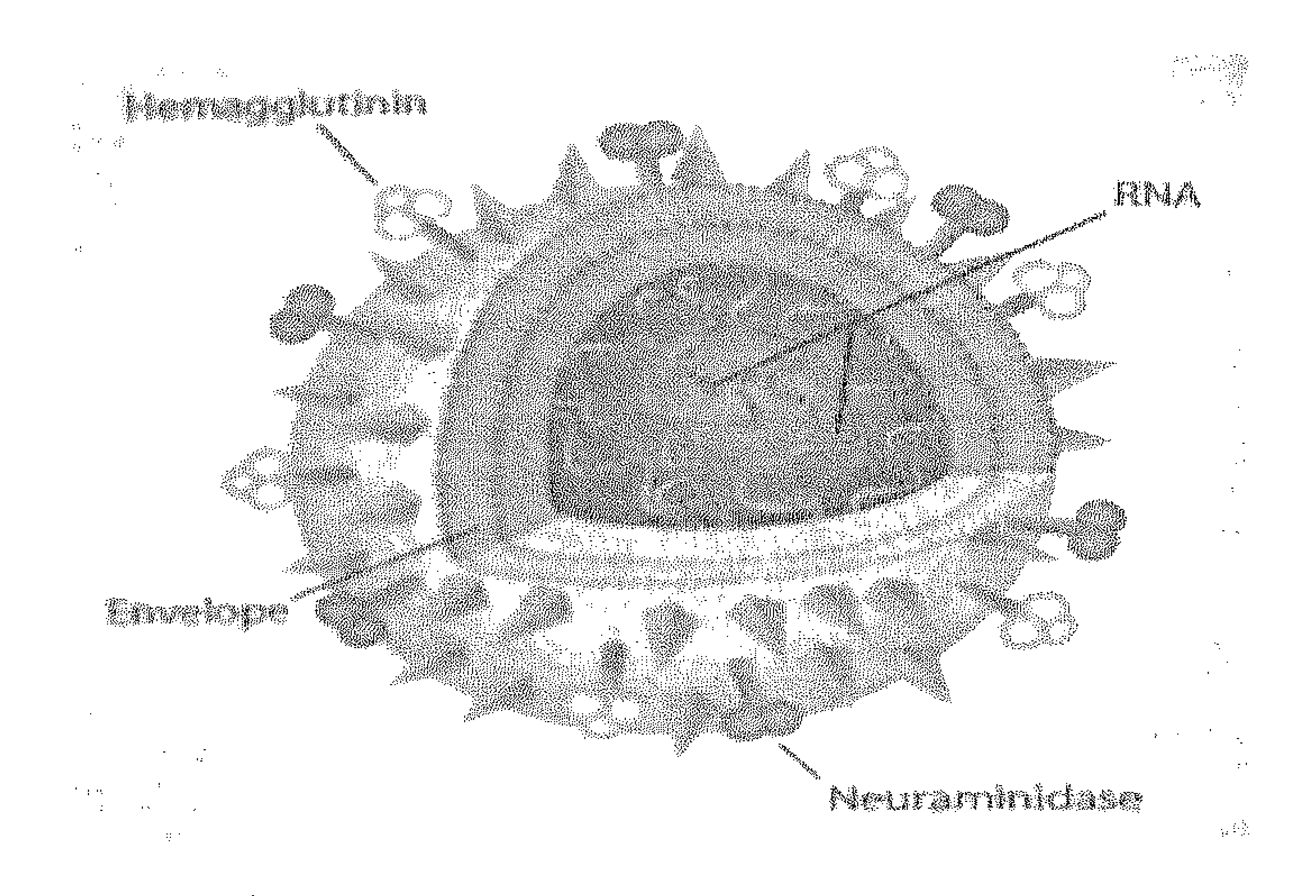
أحد قناديل البحر الكبيرة



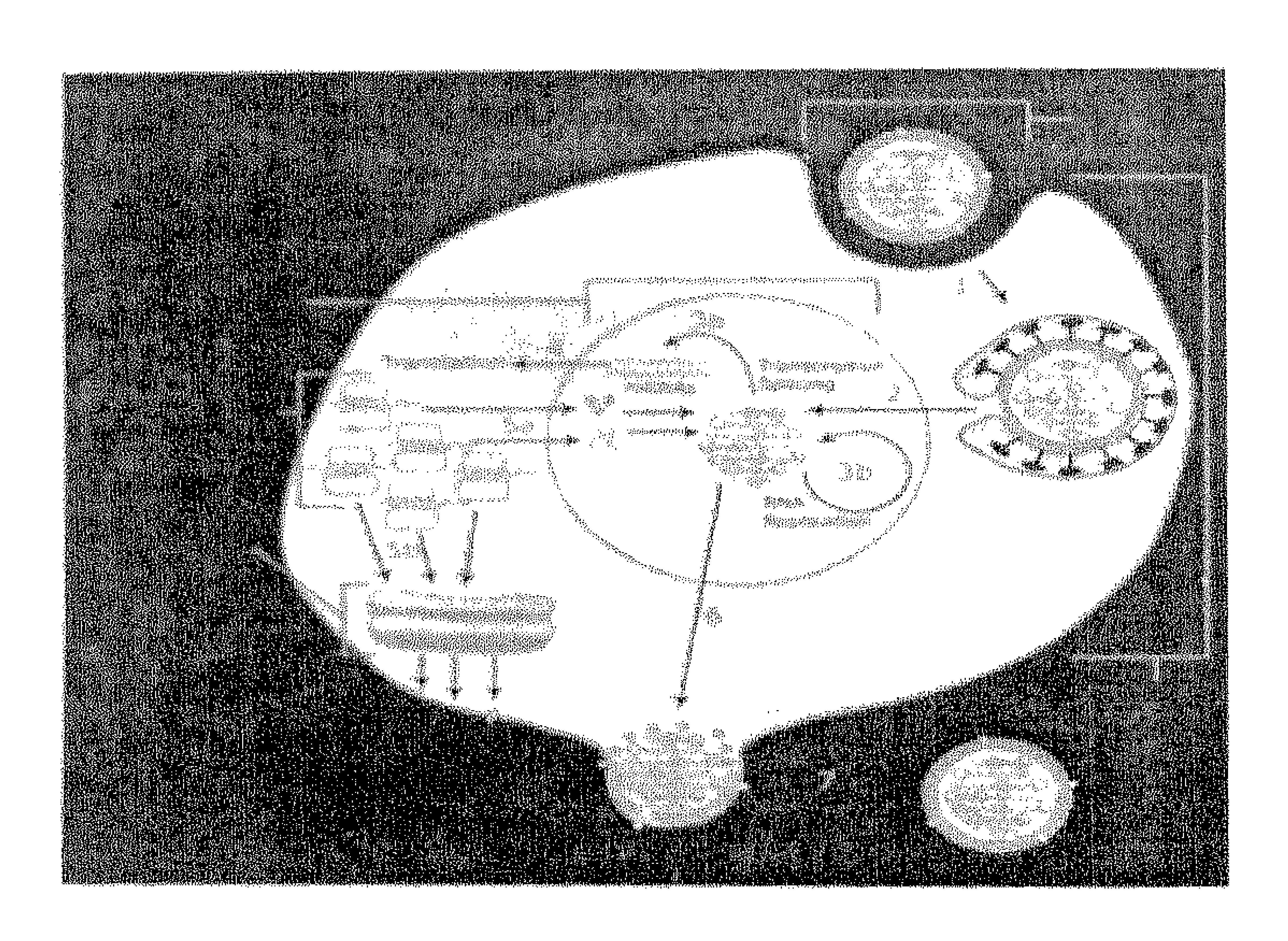
البلاناريا **Planaria**



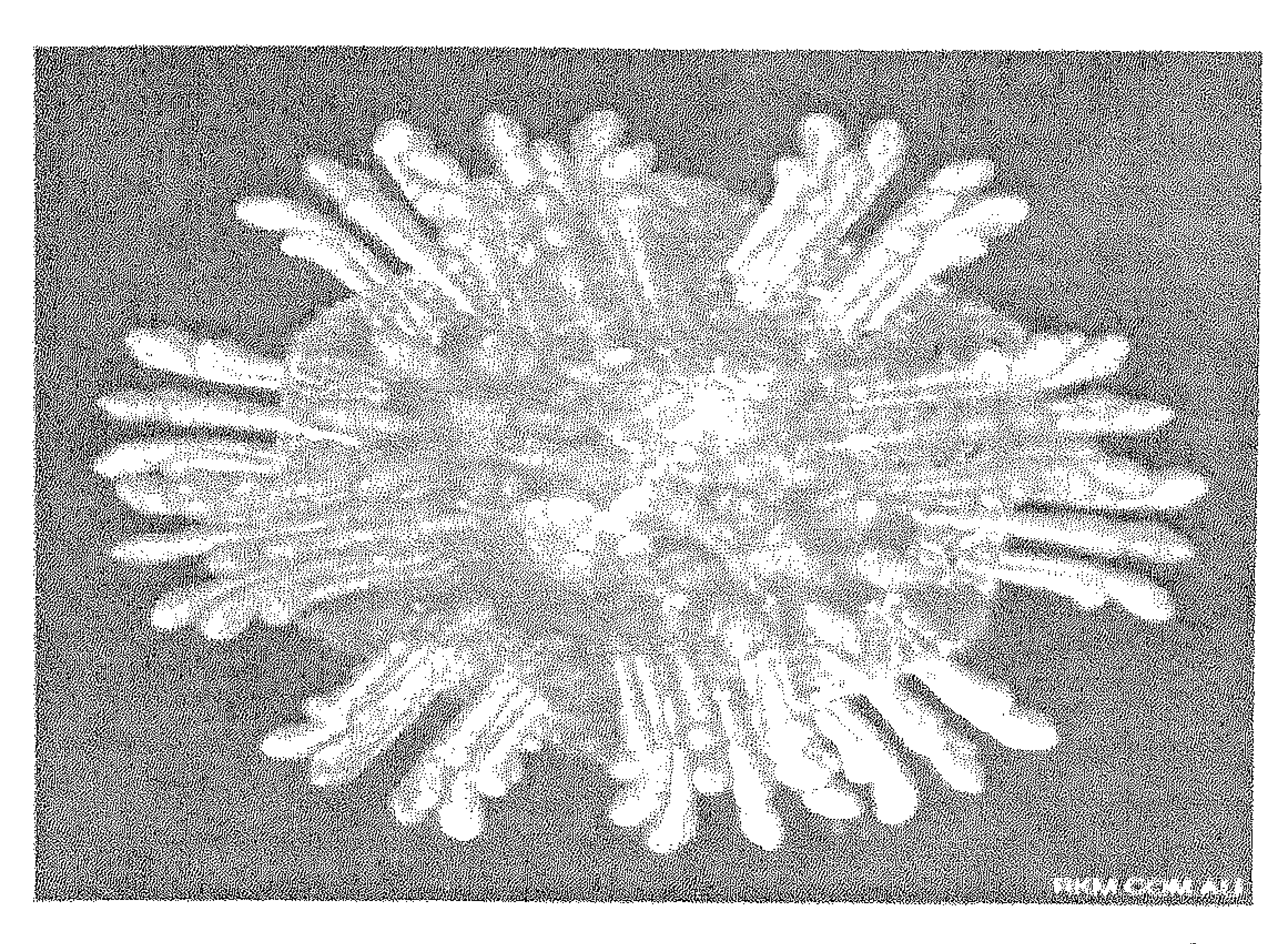
نبات السيدوم ... سيقانه مستودعات لخزن الماء.



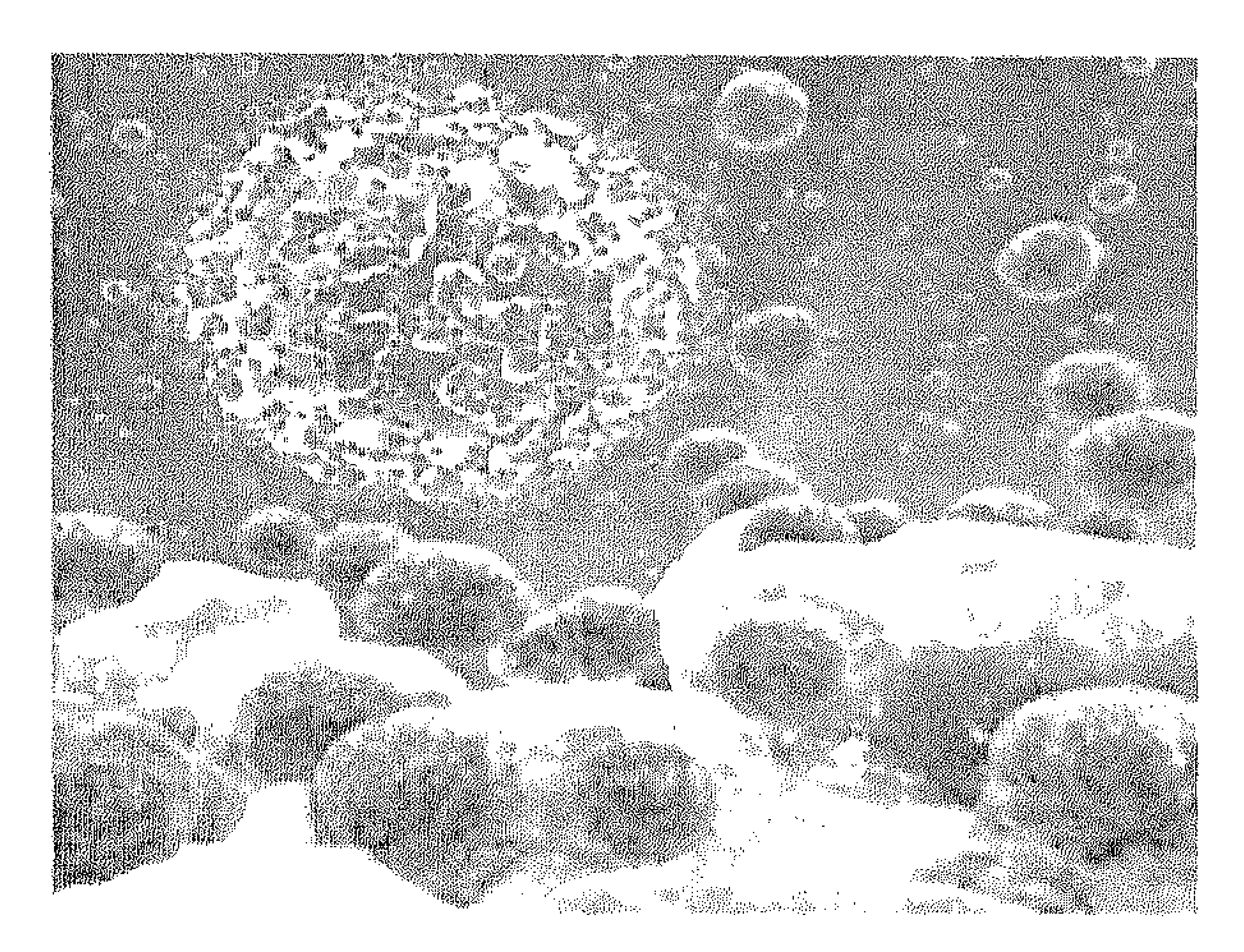
شكل تخطيطى للفيروس Virus



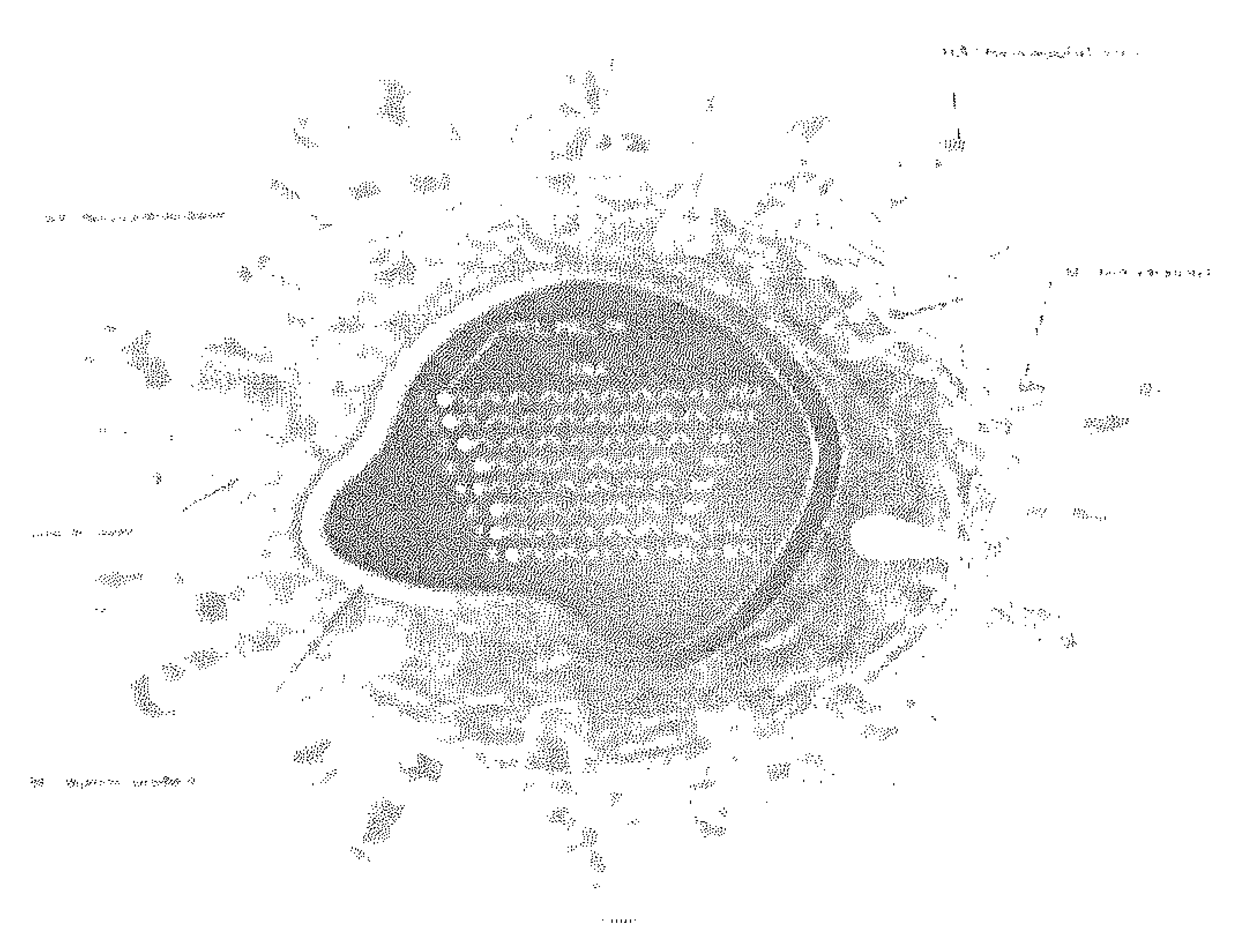
الفيروس حين يتكاثر



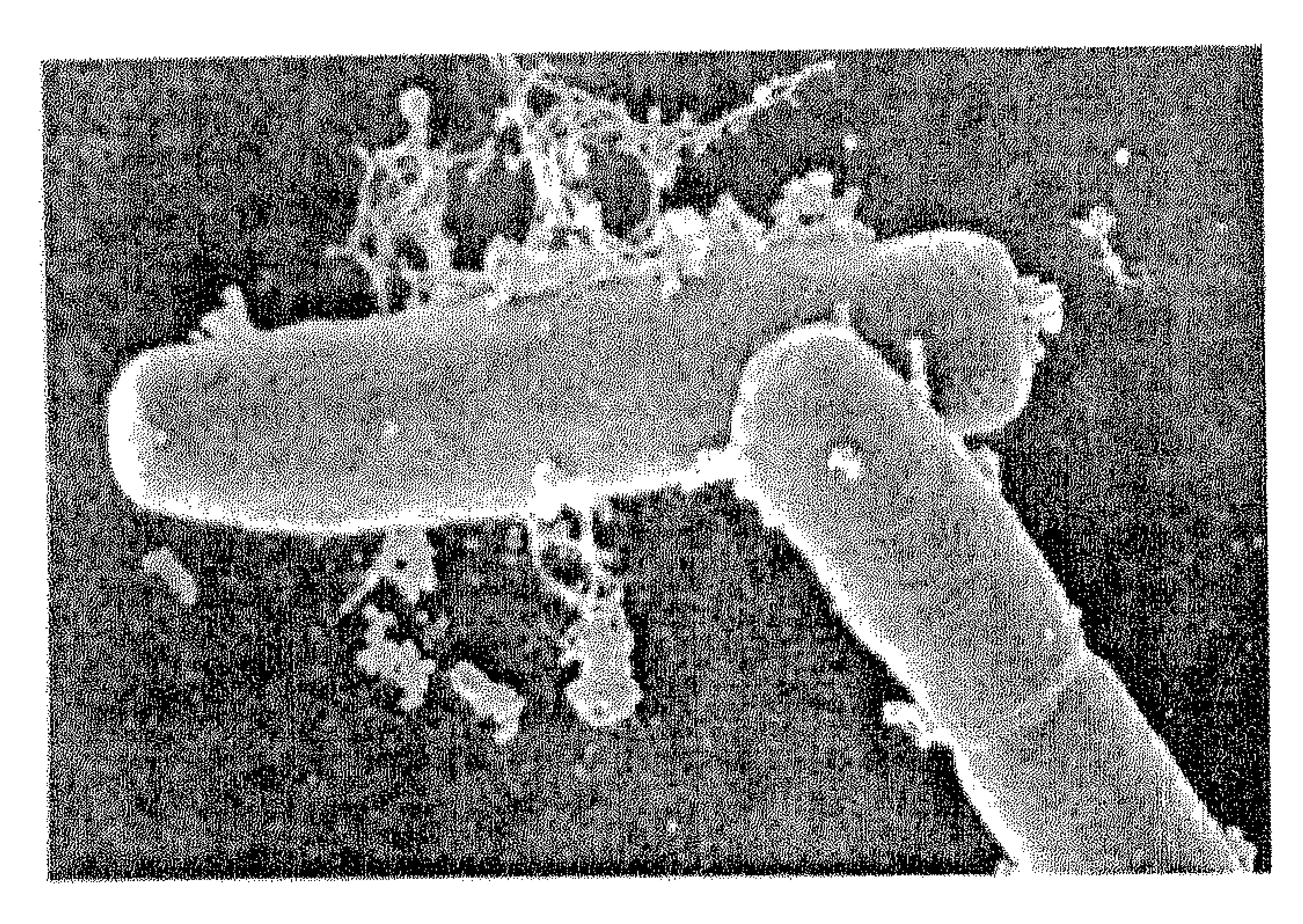
فيروس الالتهاب الكبدى Hepatitis C virus (HCV)



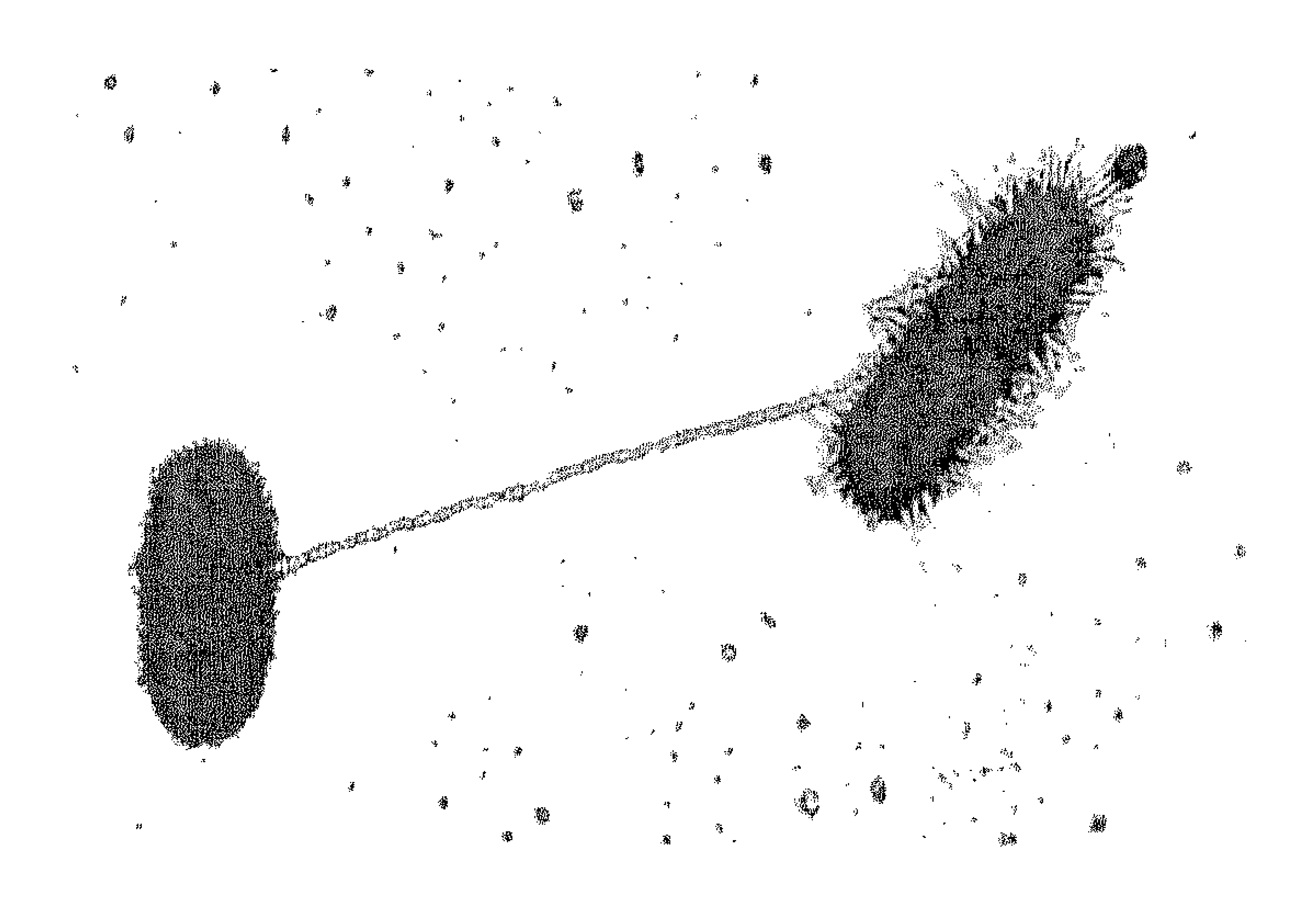
فيروس نقص المناعة المكتسب HIV (الايدز AIDS) ... يهاجم خلايا الدم البيضاء لتدمير الجهاز المناعى.



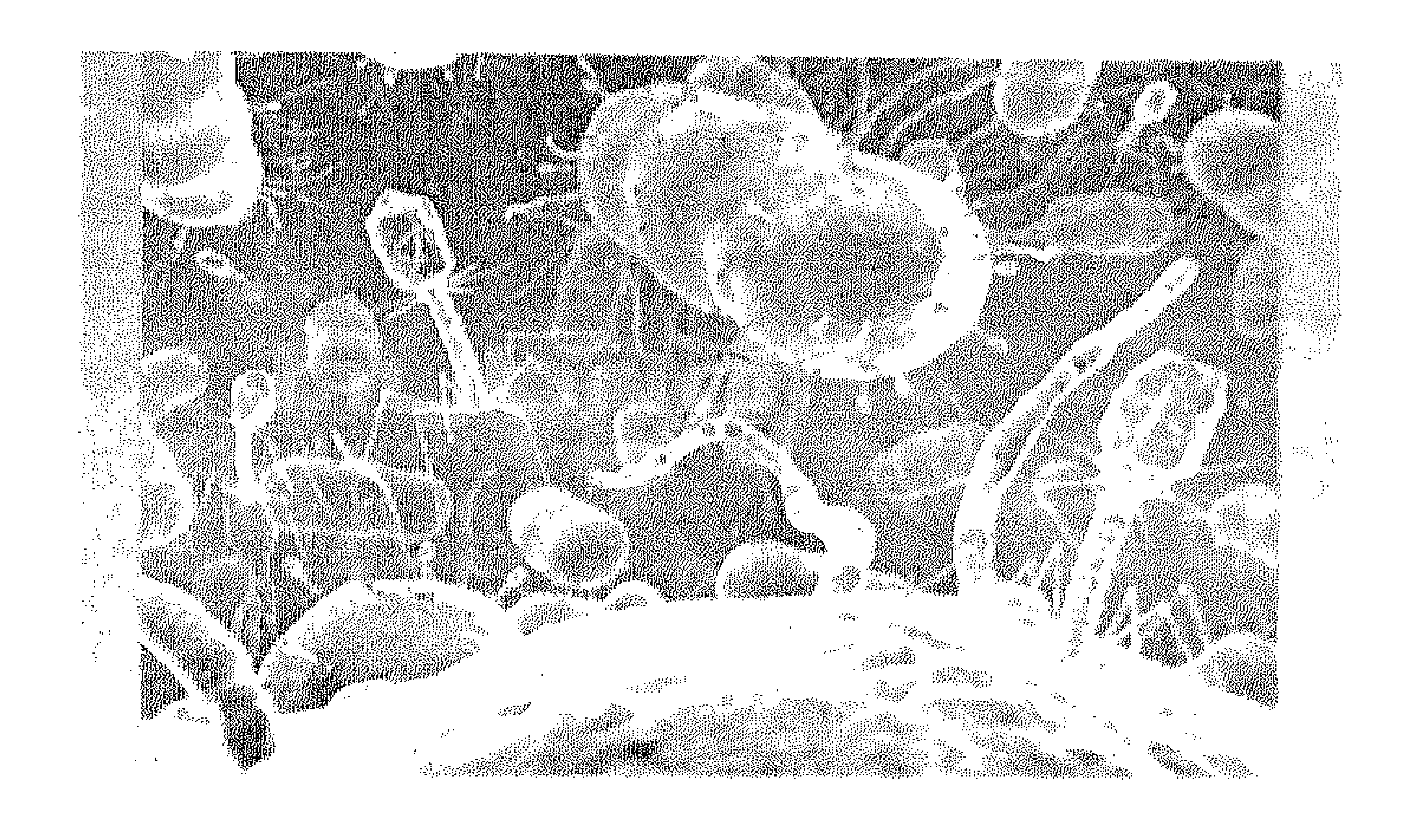
فيروس انفلونزا الطيور H٥N١ Avian flu virus



بكتريا الجمرة الخبيثة المعروفة بالأنثراكس Anthrax bacteria



التزاوج في البكتريا ... تحت الميكروسكوب الإلكتروني



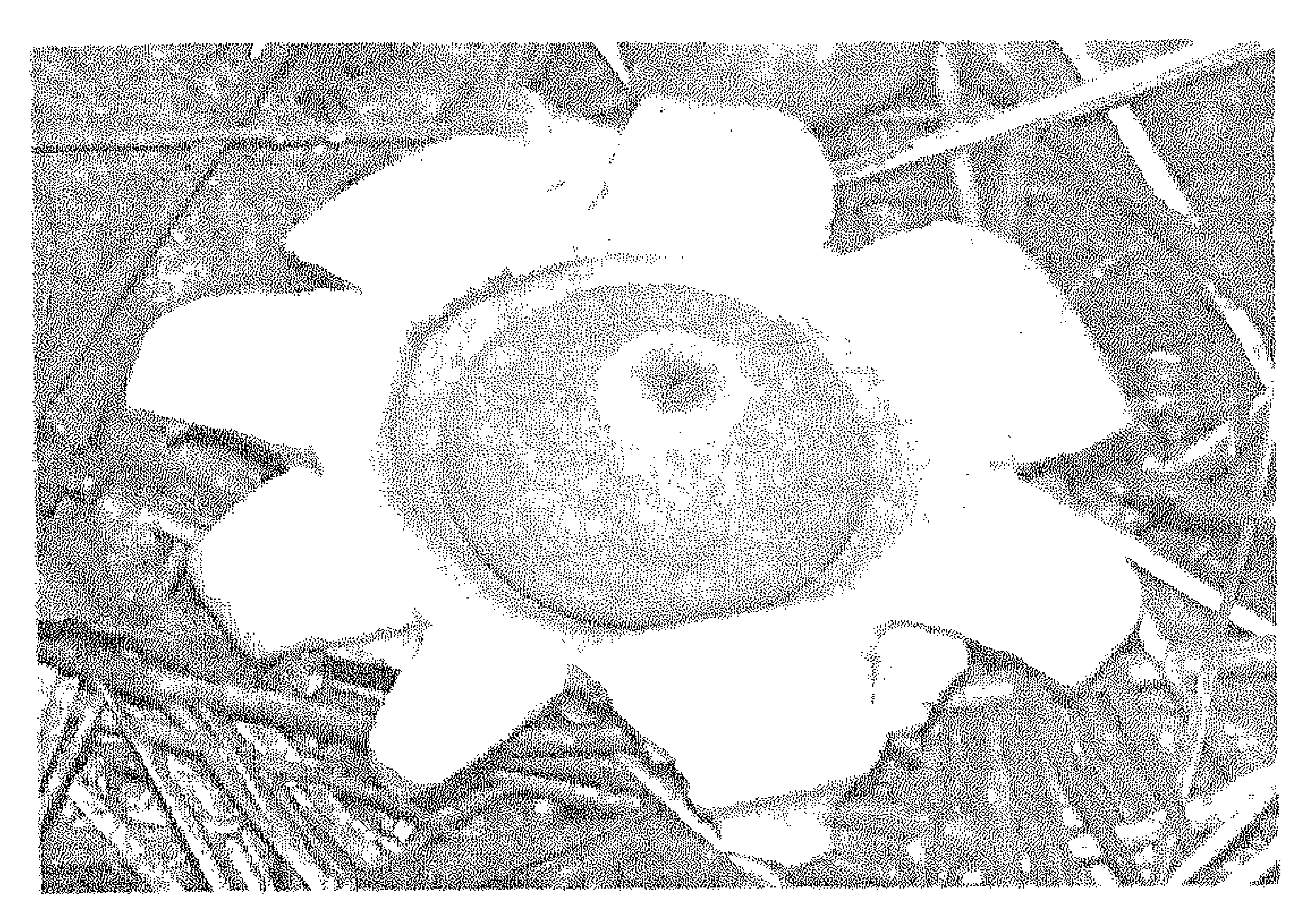
البكتريوفاج ... والبكتريا



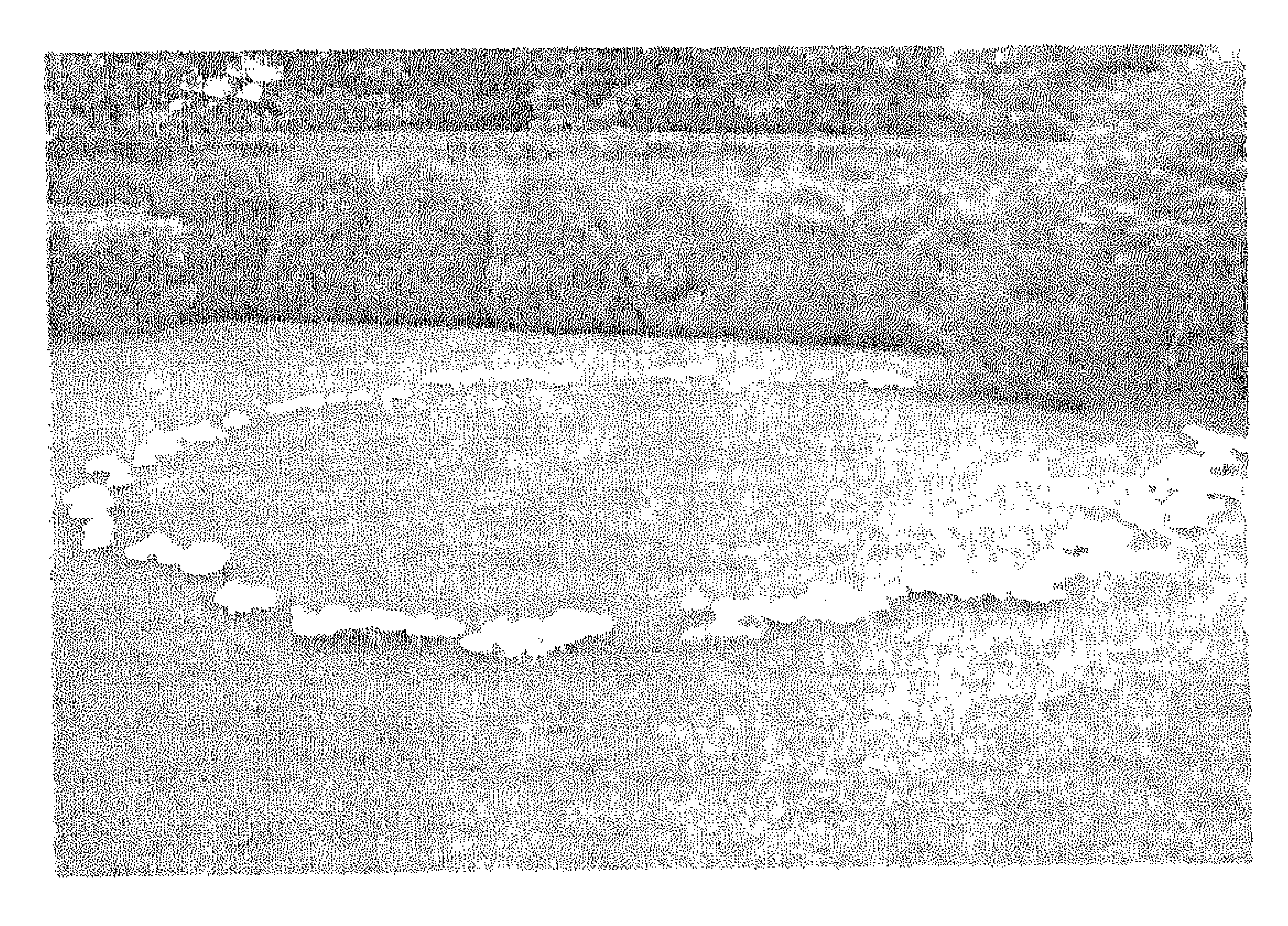
فطر الكمأة Truffles ... استخدم ابن سينا خلاصتها في علاج العيون.



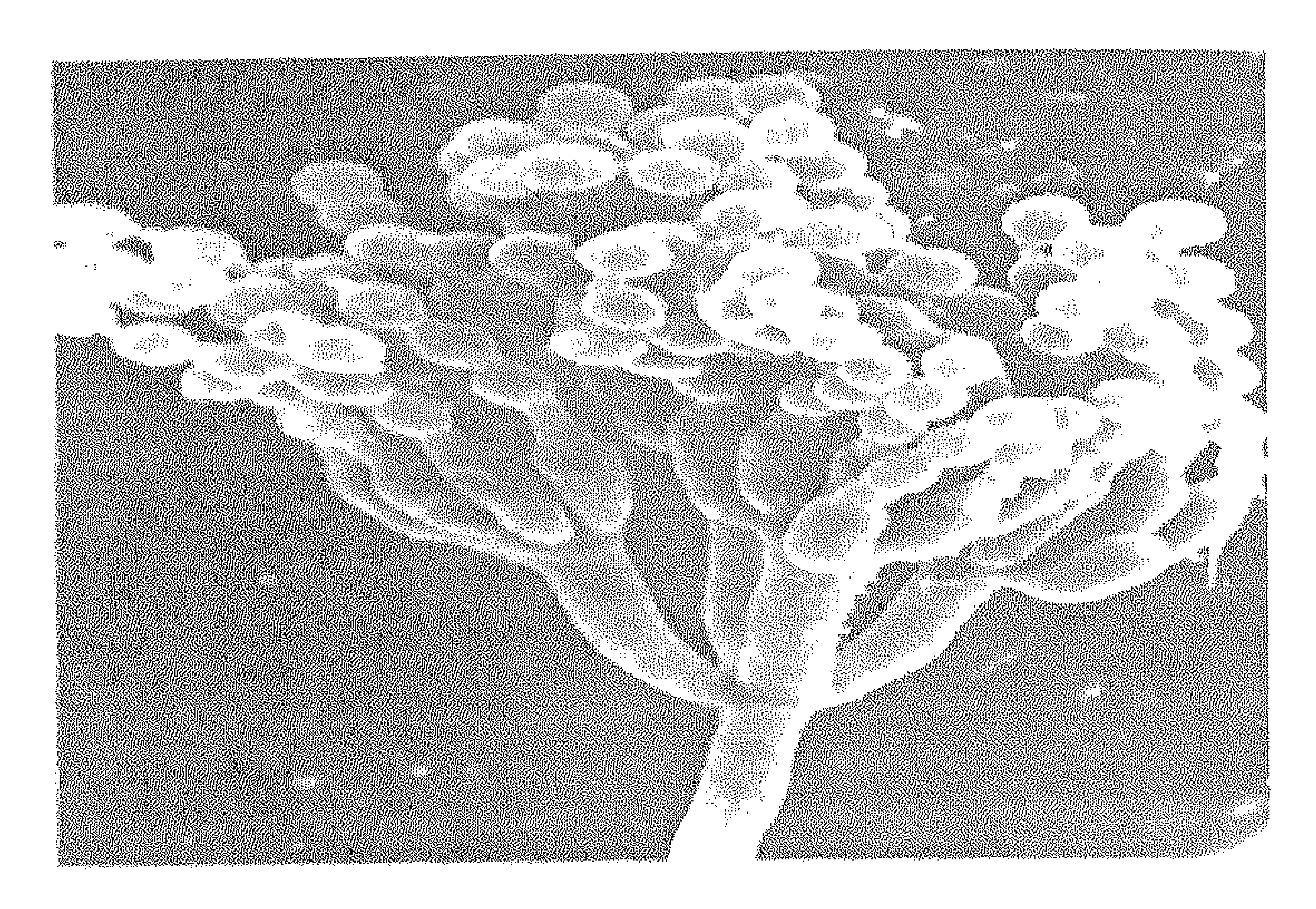
Shelf fungi فطريات الرفوف



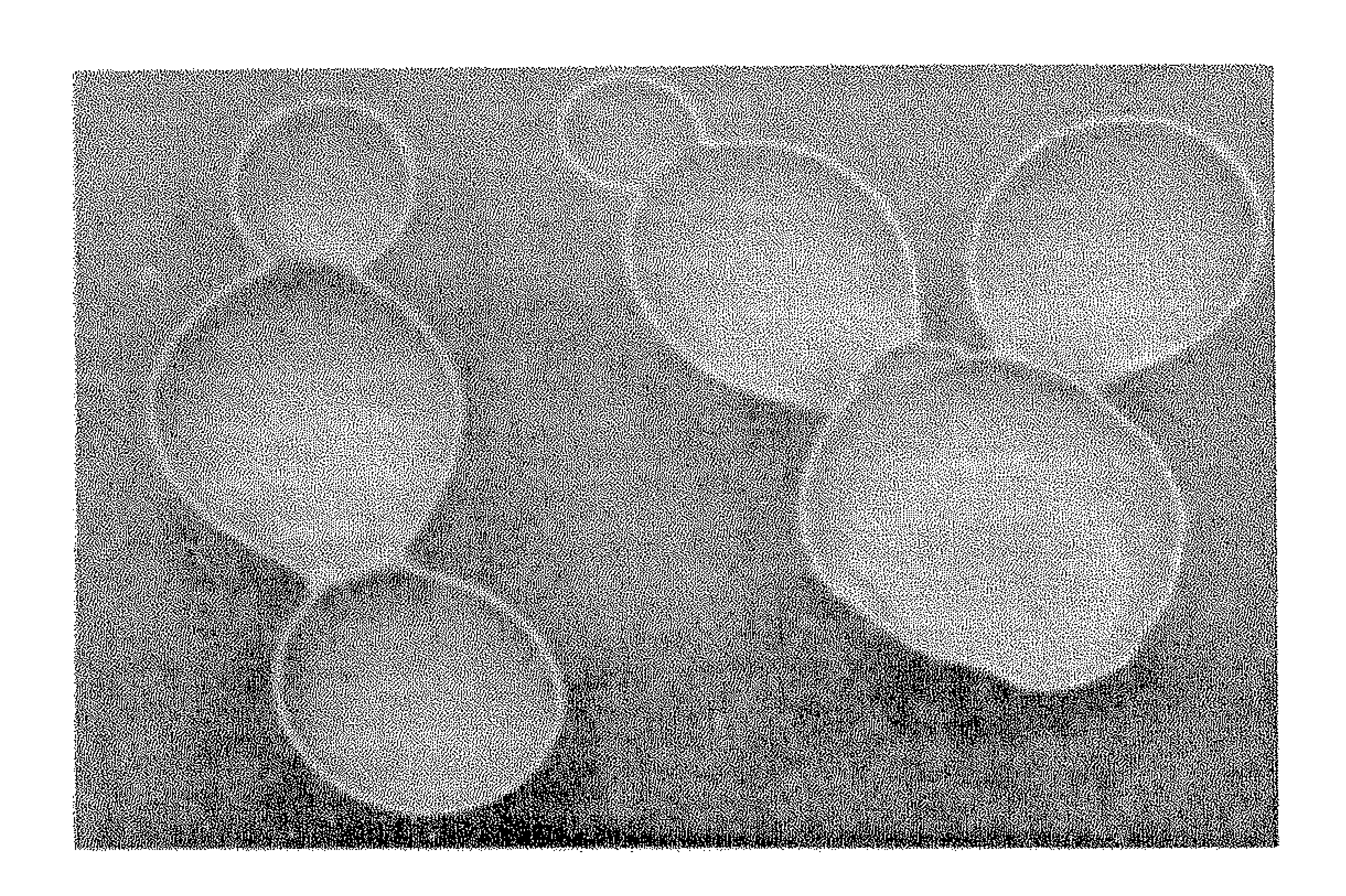
نجوم الأرض- من أطرف الفطريات شكلا



فطر الحقل



فطر البنيسيليوم



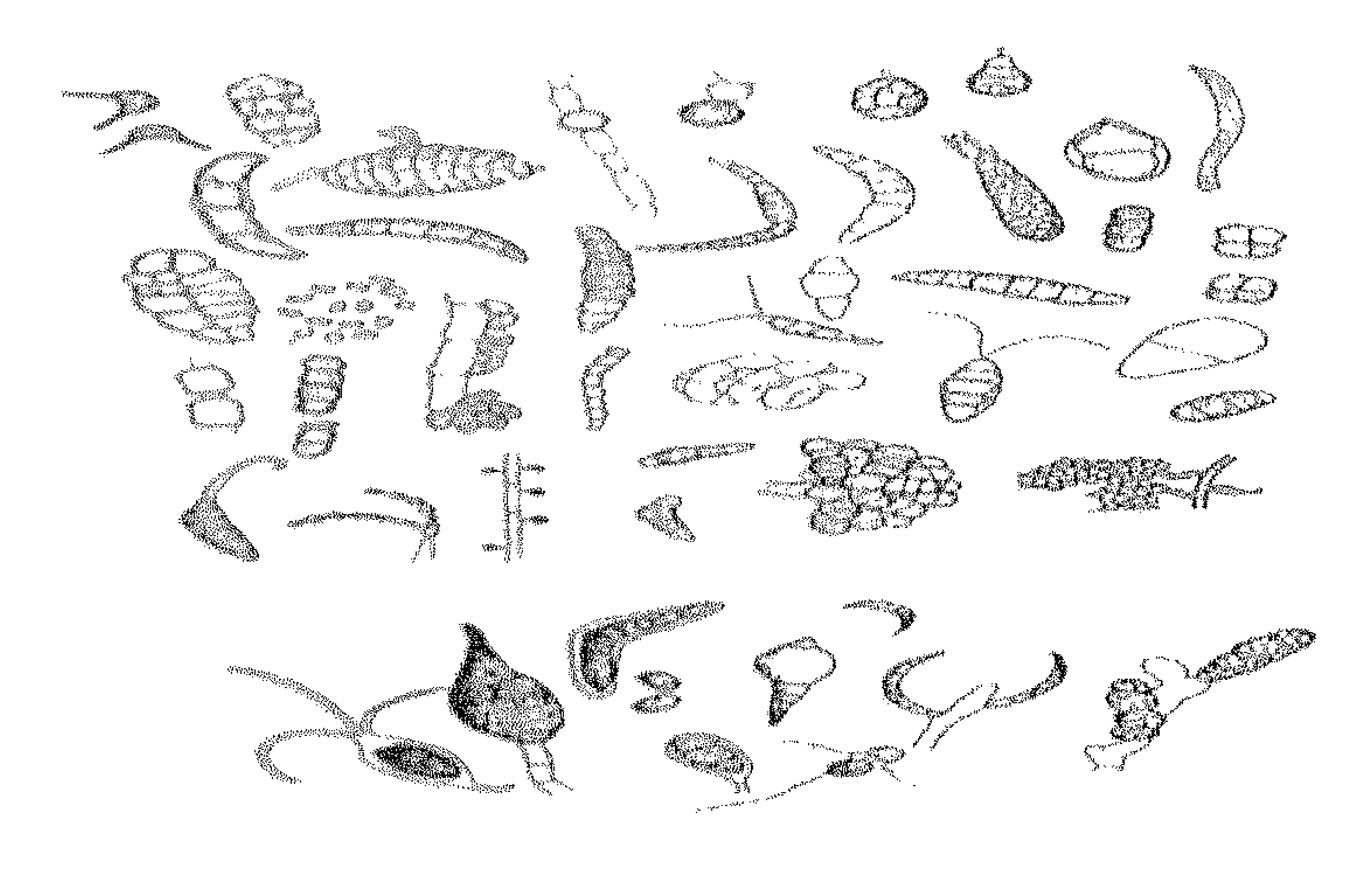
فطر الخميرة



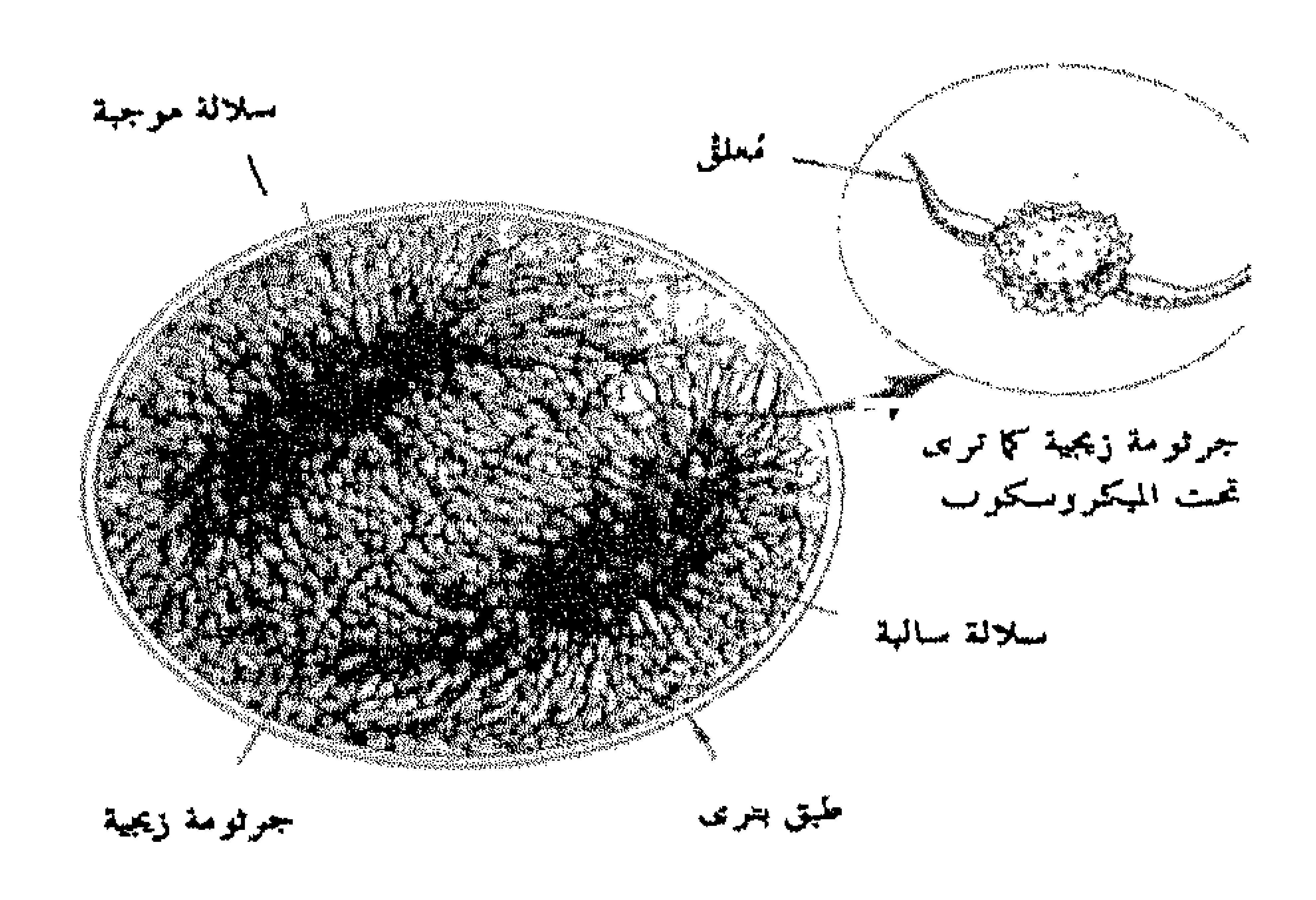
فطر إمبوزا مسكى... يتطفل على الذباب المنزلي، فتنمو خيوطه داخل أجسام الذباب حتى تسبب موته.



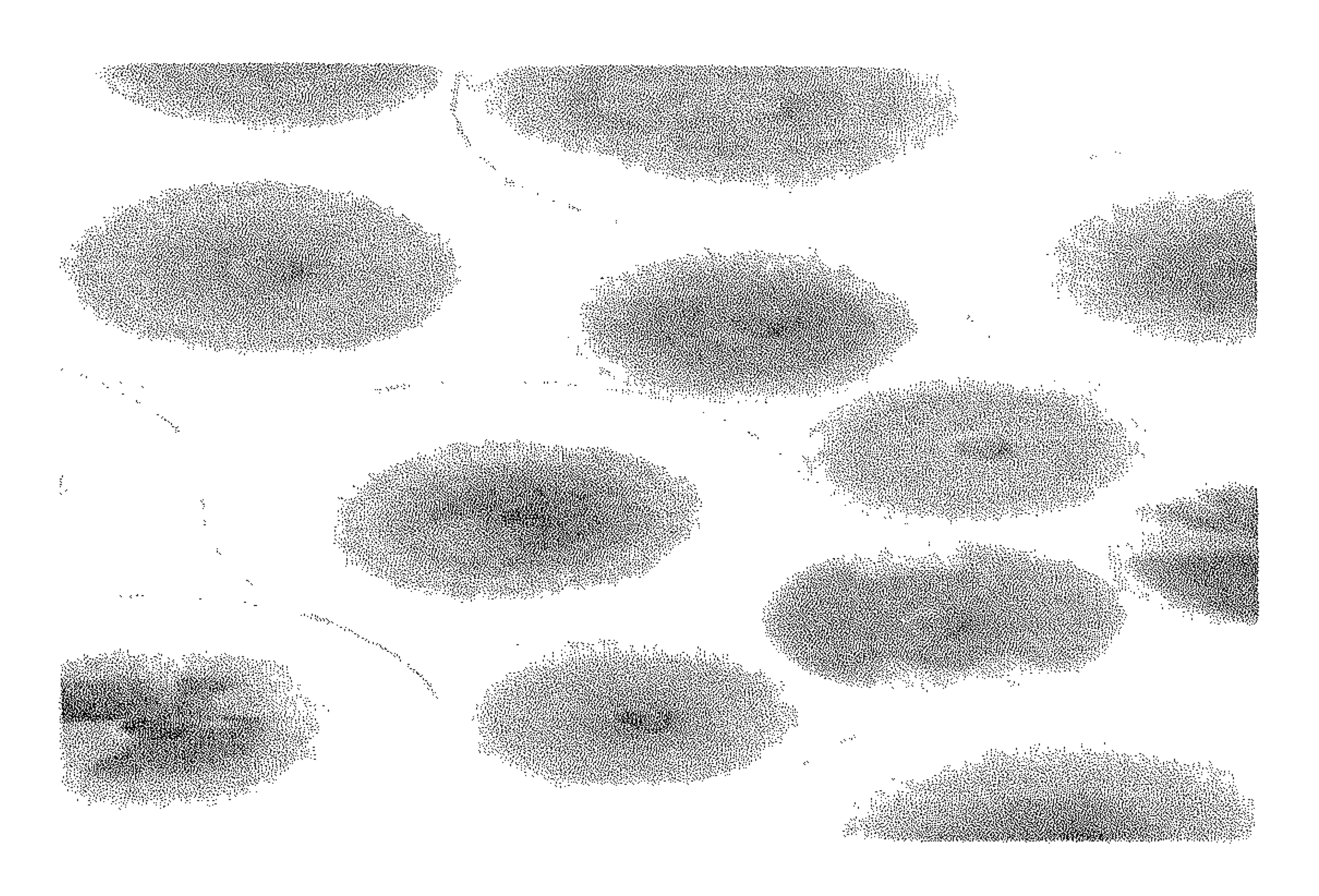
أمانيتا موسكاريا... من الفطريات التى تغرم جدا بالذباب.



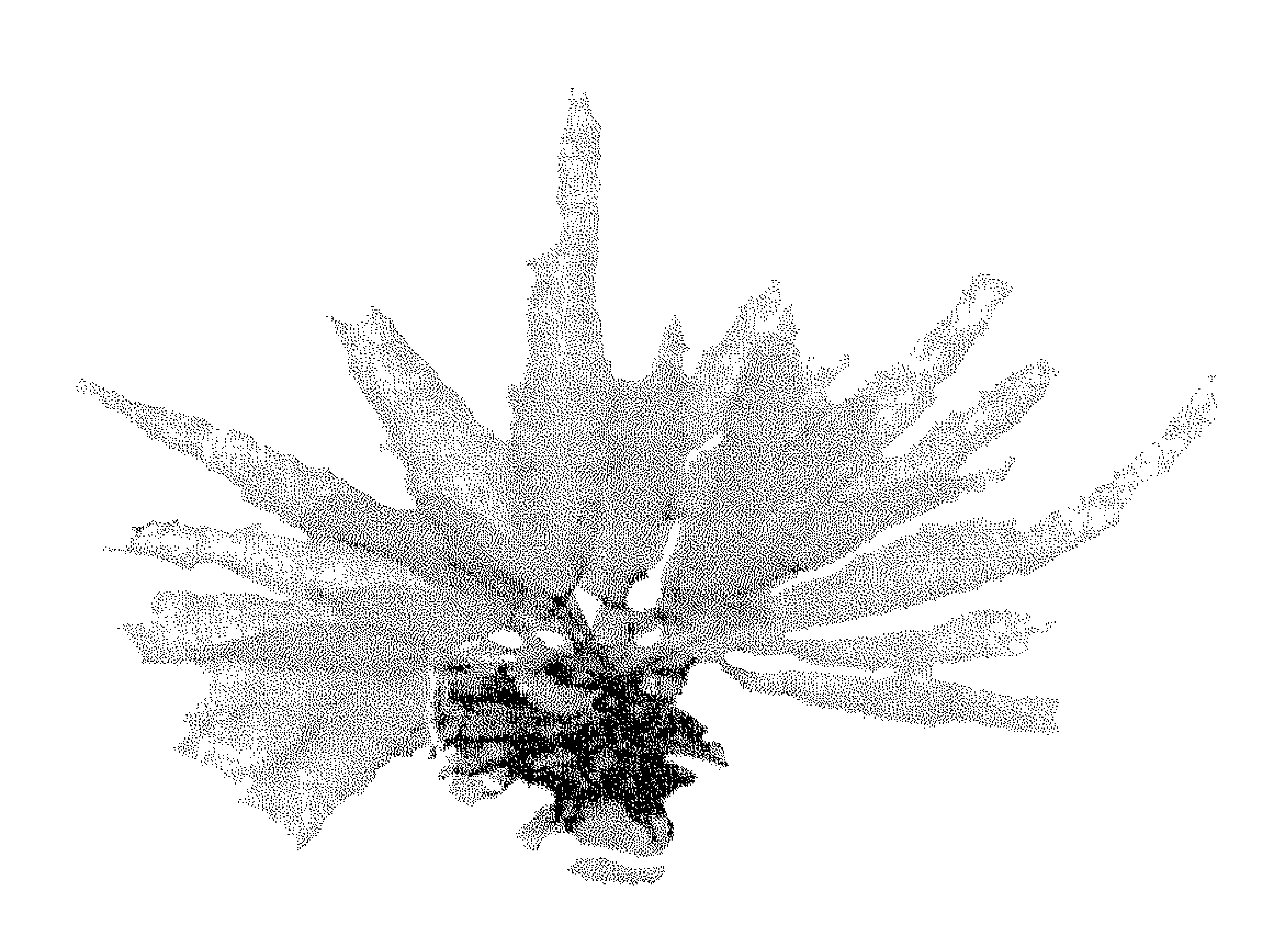
الجراثيم اللاجنسية التي تكونها الفطريات



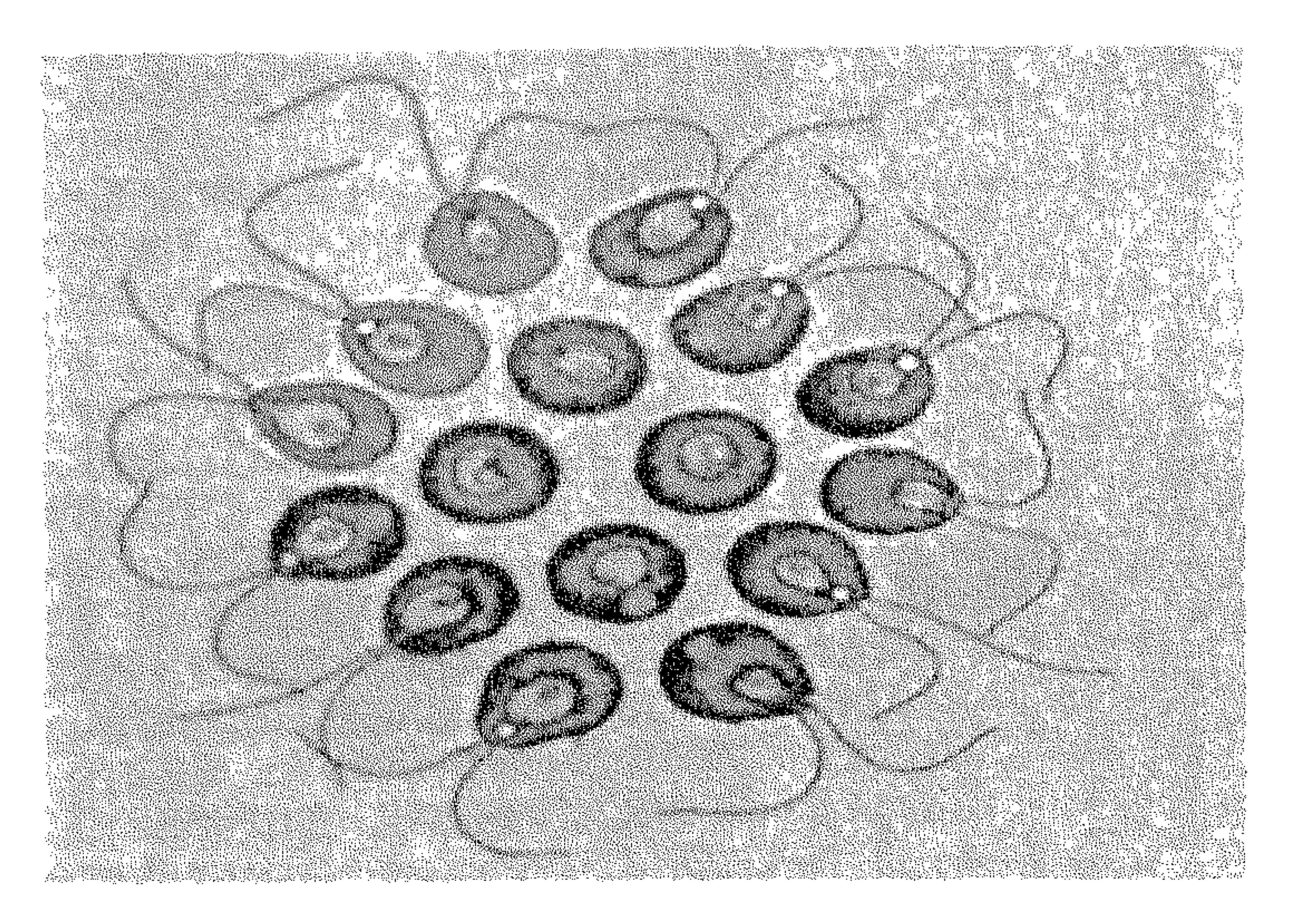
جرثومة جنسية تتكون من تزاوج سلالتين من الفطر إحداها موجبة والأخرى سالبة



فطر فيوزاريوم جراميثيرم ينتج اللحم الفطرى



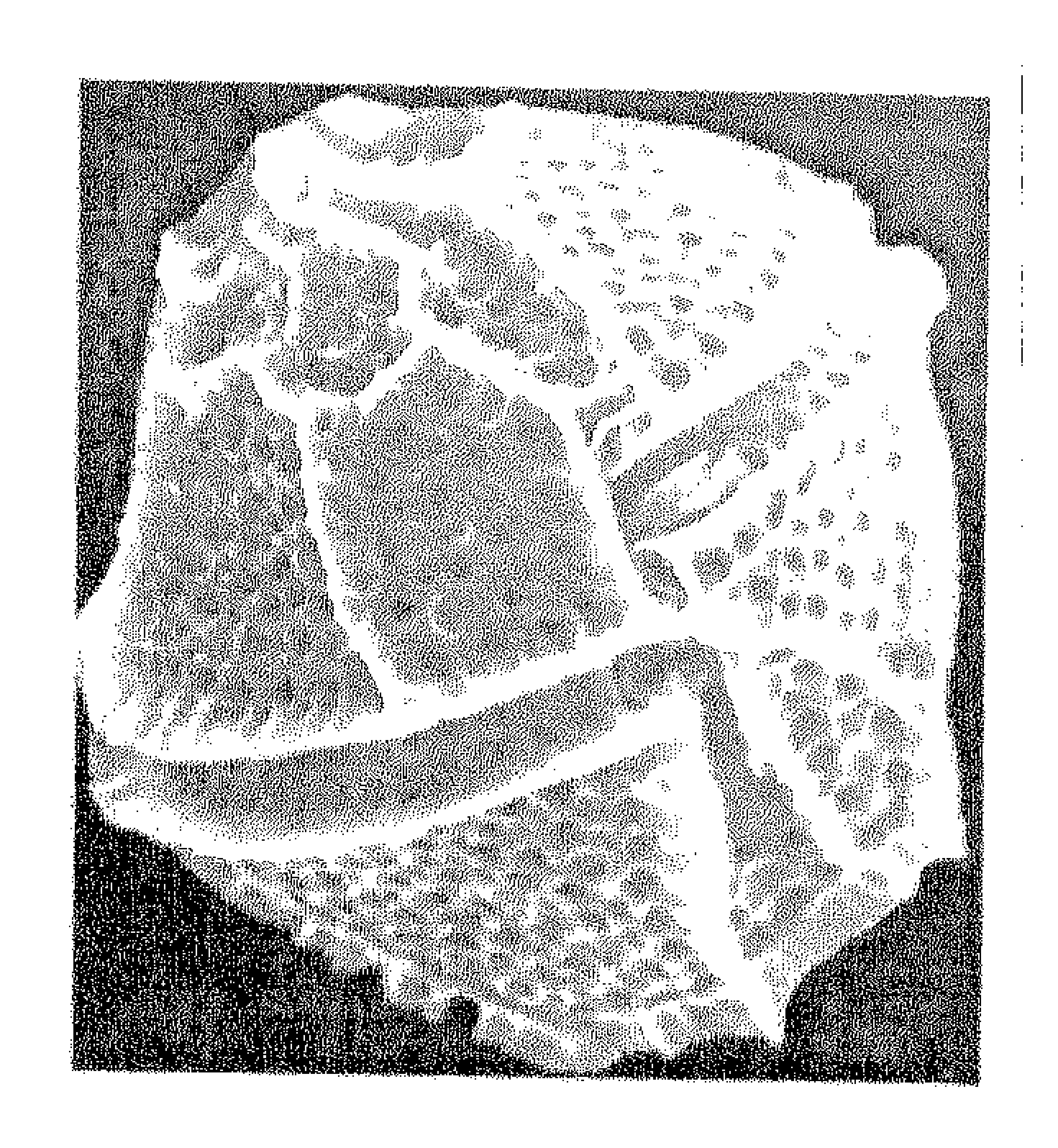
طحلب خس البحر



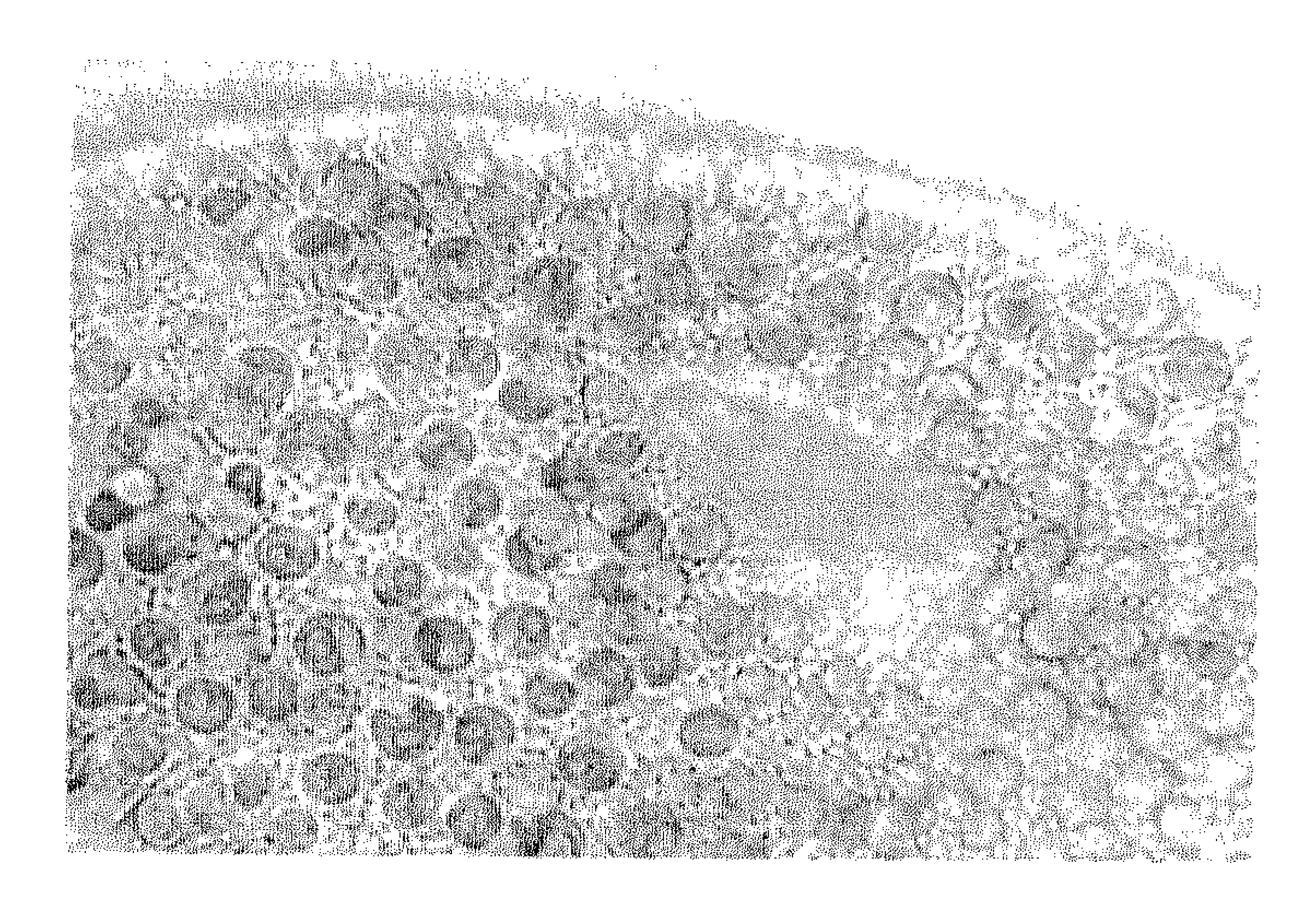
طحلب جونيوم



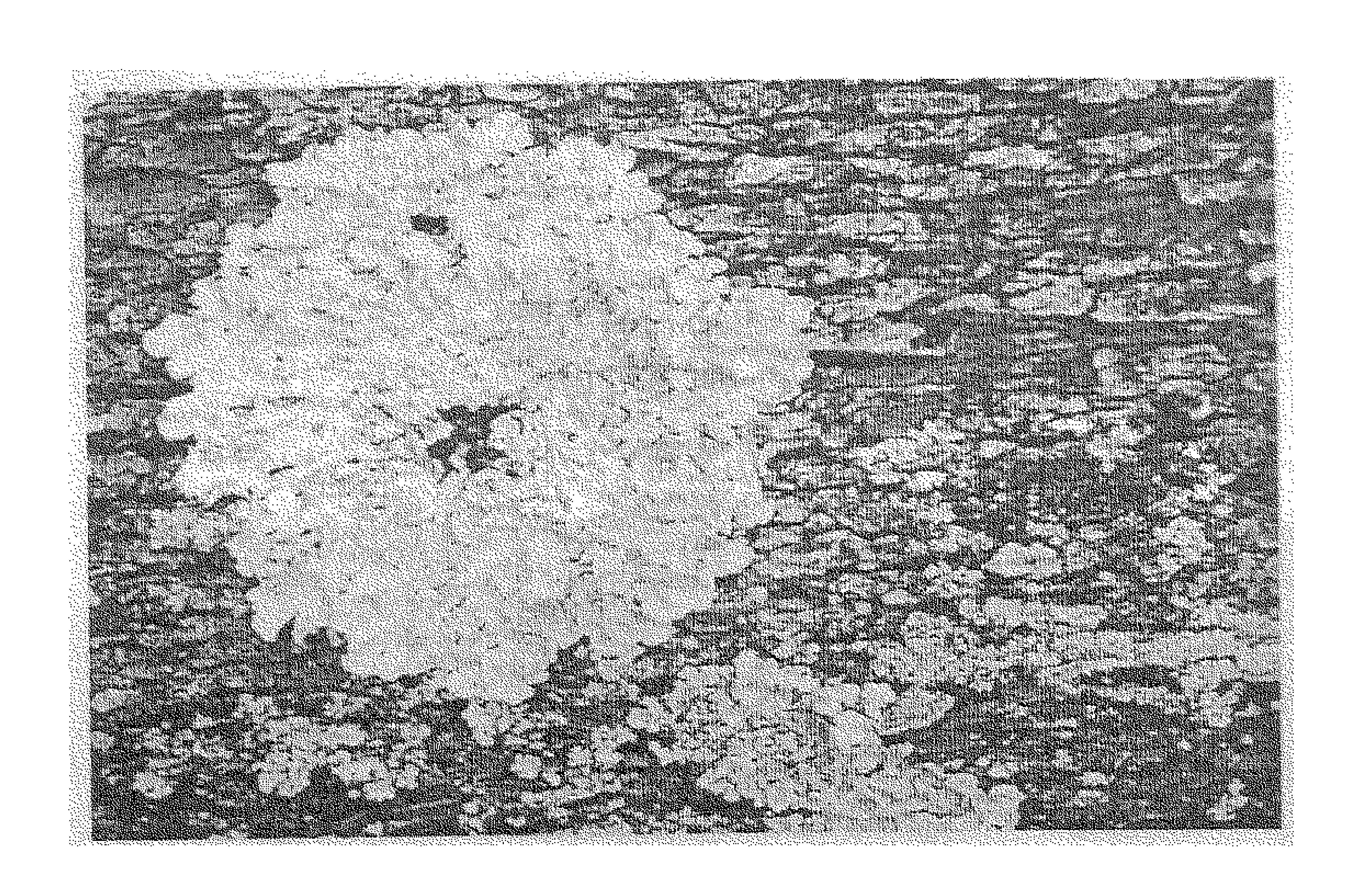
طحلب سبيرولينا



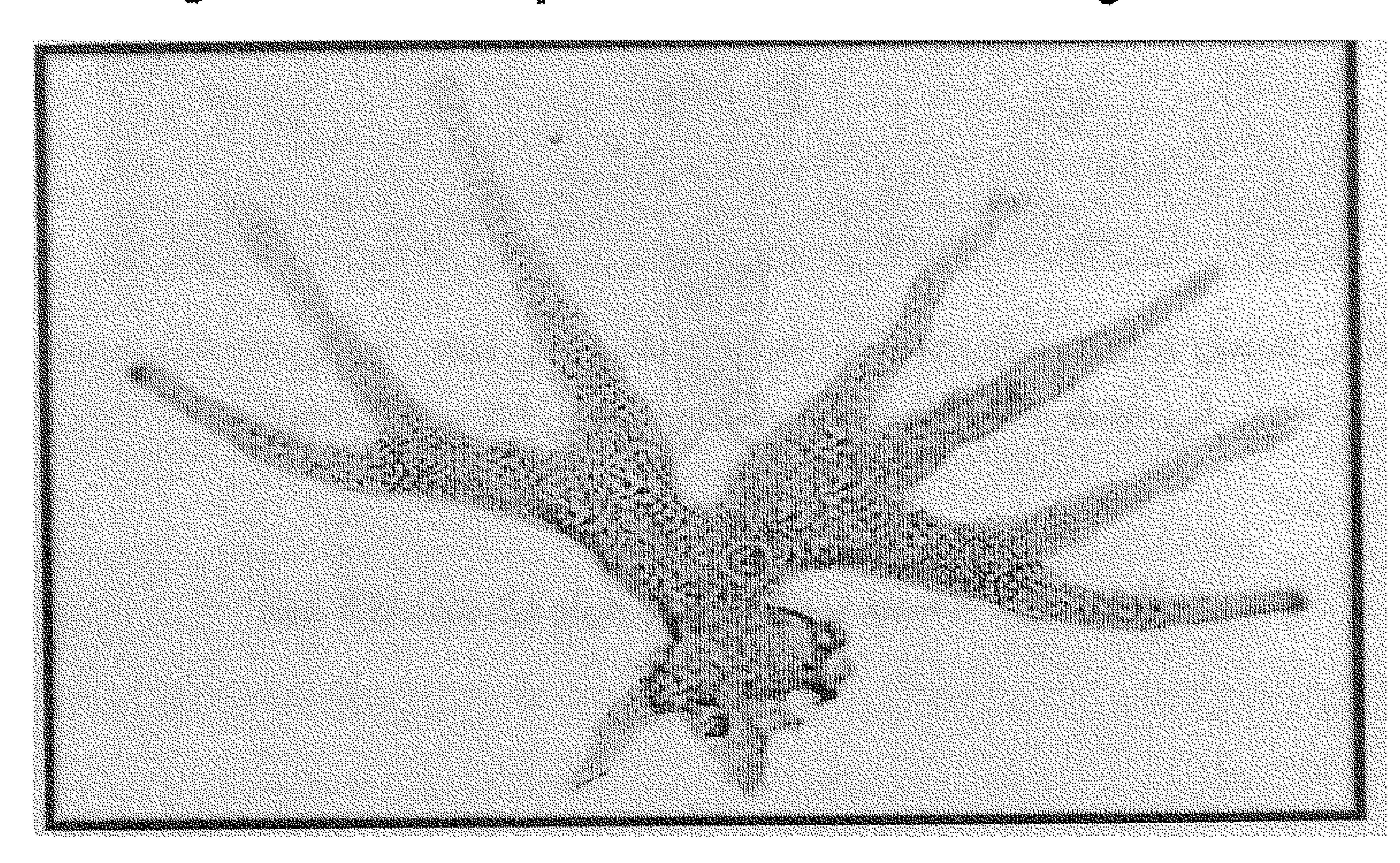
طحلب جونيولاكس



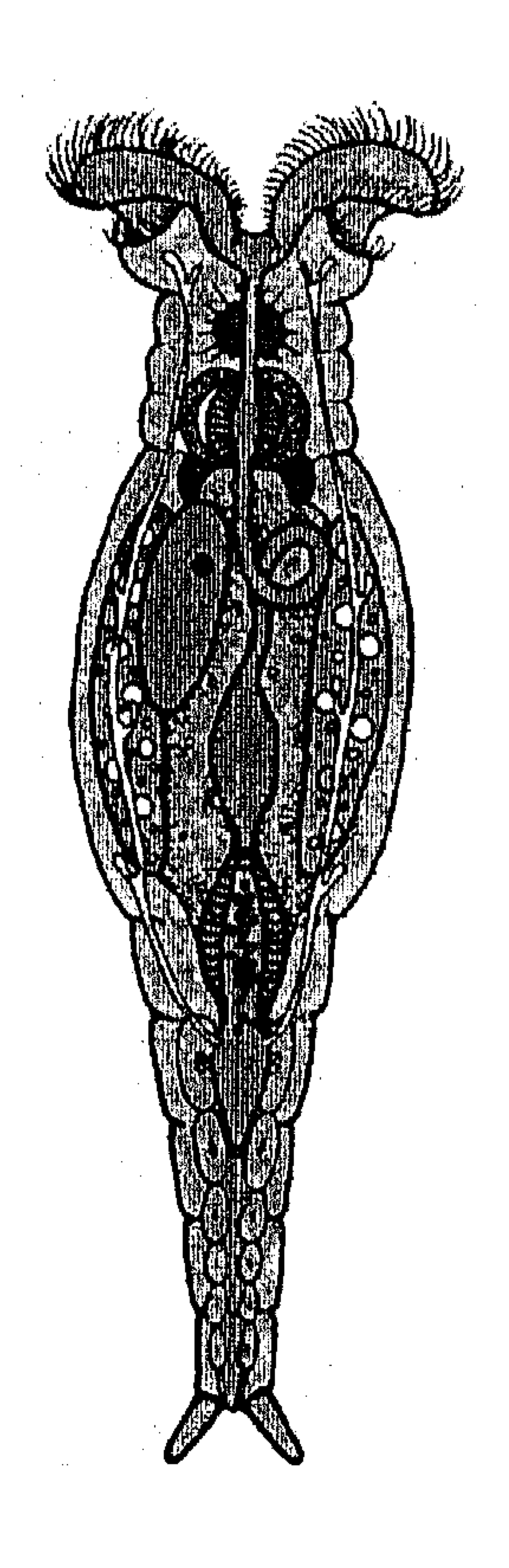
طحلب كلوريللا



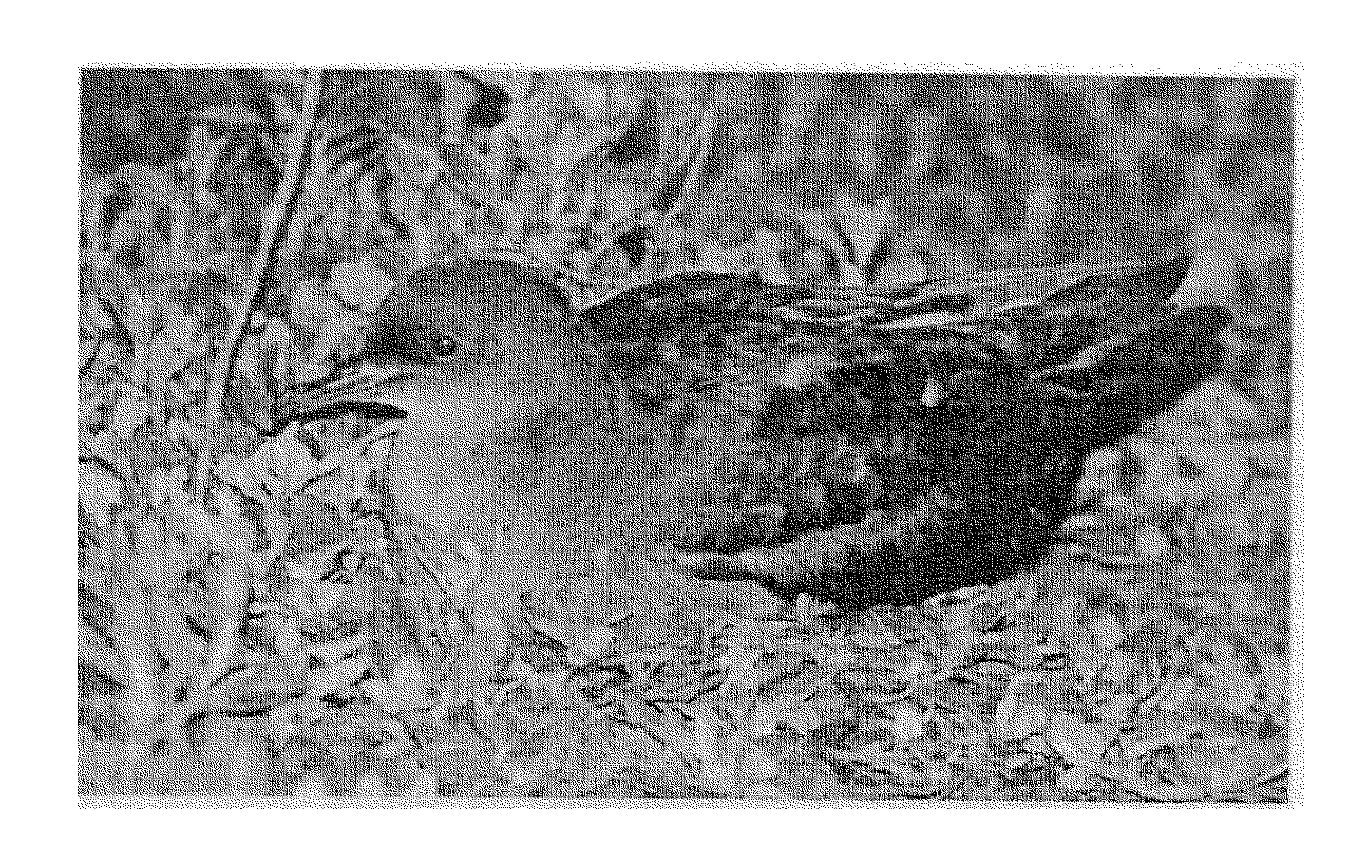
تداخل الفطر مع الطحلب لتكوين كائن جديد هو الأشنة وفي الصورة أشنات تنمو على الصخور



الأميبا Amoeba ... العملاق الضئيل جدا



أحد الكائنات العجلية ... وتركيب جسمه من الداخل



طائر الحمل Mutton-bird طائر عبقري يقدر على تذكر المعلومات الموجودة في الشفرة الوراثية بكفاءة خارقة تبدو أغرب من الخيال.

(٥)
مخلوقات قديرة

ما الذى يدفع صغار بعض الحشرات - التى تفقس توا من البيضة - إلى أن تميز غذاءها النباتى الخاص بها بالذات، وهى ليست لديها أية دراية سابقة بأن هذا الغذاء بالذات هو نفس الغذاء الذى كان يأكله والداها من قبل أو هو نفس غذاء نوعها هى بالذات. وتظل تبحث عن ذلك الغذاء فى كل مكان حتى تجده. ولا تأكل غيره إن لم تجده. والبعض يبقى على المبدأ حتى الموت. بل ويموت فعلا ولا يأكل غذاءً غيره.

وفى نفس المقام يطرح سؤال مماثل: ما الذى يدفع الحشرات الطفيلية التى تذهب لأول مرة إلى عوائلها الحقيقية أن تفعل ذلك؟!

والسلحفاة البحرية التى تعيش فى الماء تخرج إلى الشاطئ ثم تضع فى الرمال بيضها الذى يصل إلى مائة بيضة، تبلغ الواحدة

منها حجم كرة المضرب. وبعد وضع البيض تتركه السلحفاة بدون أية رعاية سوى إخفائه عن أية عين يمكن أن تراه. ويفقس البيض على الشاطئ، وينمو الصغار الذين يندفعون تلقائيا إلى البحر وينزلون إلى الماء حيث توجد الأم. ويتم ذلك كله بإحساس غريزى مجرد ودون إرشاد من أية قوة أخرى.

والدبور الحفار Digger wasp هو أيضا مخلوق محير، يعرف عنه أنه يفضل العناكب كغذاء شهى. ويظل يبحث عنها فى كل مكان حتى يجدها، فيقتلها قتلة مميزة وبمهارة فائقة وعجيبة ثم ينقلها إلى بيته بواسطة قرنى استشعاره؛ وقد شاهده عالم الحشرات المشهور "فابر" يلدغ فريسته بمنتهى الدقة فى جزء معين من بطنها، وحيث توجد أكبر عقدة عصبية فى جسم العنكبوت. ولم يكن الدبور ليخطئ ذلك الموقع أبدا، كما لو كان له إحساس غريزى مسبق بمعرفة موقع ذلك المركز العصبى الهام جدا فى ذلك الجزء من الجسم. وحار "فابر" إزاء ذلك الشيء العجيب الذى لا تفسير له، إلا أن الذى يدفع هذا الدبور لذلك السلوك الغريزى هى يد الله الخالق ولا شيء غيرها.

وقنفذ البحر يعتمد فى تكاثره على القمر، ككثير من الحيوانات البحرية. وبطريقة مثيرة للعجب يتزامن إطلاق الذكر لحيواناته المنوية ووضع الأنثى لبويضاتها، فيفرز الذكر حيواناته المنوية فى الماء. وفى نفس الوقت تستجيب الأنثى السابحة بالقرب منه، فتضع بويضاتها فى نفس الماء. والغريب أن الذى يحدد ذلك هو

التوقيت الزمنى بين الذكر والأنثى لكى يحدث اللقاء بينهما فى وقت واحد ومحدد من الشهر القمرى. ويتم ذلك فى الليلة التى يكون فيها القمر بدرا بالذات. أما فى بقية الشهر القمرى فيتوقف إفراز الحيوانات المنوية، ويتوقف إطلاق البويضات أيضا، فيصغر حجم الخصية فى الذكر كما يصغر حجم المبيض فى الأنثى. وفى آخر الشهر يتم الإعداد مرة أخرى لحيوانات منوية جديدة وبويضات جديدة. وبعد أن يهل القمر تزداد الخصية والمبيض حجما، فتتحملان من جديد بكثير من الحيوانات المنوية والبويضات التى تنضج وتصبح على أتم الاستعداد للانطلاق فى الماء عندما يصير القمر بدرا. هل يمكن أن نقول إن الغريزة هى التى تحدد لمثلى هذين الذكر والأنثى هذا اللقاء؟!

يظهر كثير من الحيوانات قدرات تفوق قدرات البشر. ويعتبرها البعض نوعا من الخوارق. وهى ليست سوى ضرب من الغرائز. والغرائز عند الحيوان وجود غامض يدعو من يفكر فيه إلى الاقتناع بأنه توجد يد خفية تحرك هذا الكون فى اتجاه معين، فبالغريزة تقوم بعض الحيوانات دون وعى منها بأداء أفعال كثيرة تفيدها.

وكلنا يعرف غريزة القطط التى تهرب وتختفى قبل هطول الأمطار أو حدوث العواصف. وقطعا قد سمعنا عن تلك الخدمات المجانية التى يؤديها نباح الكلاب وتغريد الطيور للبشرية، فمثلما يكون النباح المستمر للكلاب فى مكان ما بمثابة إنذار بقيام الزلازل فى ذلك المكان فإن التغريد المتواصل للطيور هو إنذار بهطول

الأمطار. وقد أجرى كثير من العلماء المهتمين بالميتافيزيقا (ما وراء الطبيعة) فى عالم الحيوان دراسات مختلفة وعديدة حول تصرفات بعض حيوانات الغابة أثناء وقوع الكوارث الطبيعية ومدى شعورها مقدما بها واحتمال وجود حاسة سادسة تنبئها بوقوع الكوارث. وقد أثبتت هذه أن بعض الطيور فى الغابات تغرد تغريدا متواصلا قبل سقوط الأمطار بوقت قصير. كما أن القطط والكلاب والحيوانات المنزلية تملك أيضا مثل هذا الشعور الفطرى، إذ أنها تبحث لها عن ملجأ قبل هبوب العواصف وهطول الأمطار الغزيرة.

وعند التعرض للتفسير العلمى لمثل تلك القوى أو الخوارق عند الحيوان يقال أنها حاسة إضافية فوق الحواس المعروفة مثل الشم والسمع والنظر والذوق واللمس. ويسمى بعض العلماء تلك الحاسة الإضافية بالعين الثالثة.

ولتحليل تلك الحالة التى يتنبأ فيها الحيوان بحدوث شيء فى الغيب كتنبؤ الكلاب والقطط بقيام الزلازل قبل وقوعها يمكن القول بأن تلك الحيوانات تكون العين الثالثة لديها حساسة بشدة فائقة لتغيرات المجال الكهربى للأرض. وهذه التغيرات تحدث بالطبع خلال المرحلة الأولى من الزلزال.

وقد ثبتت أدلة كثيرة على ما لدى كثير من الحيوانات الثديية من قدرة على التقاط الأصوات عالية التردد، فتشعر بما لا يشعر به غيرها من الكائنات الحية. حتى الإنسان نفسه لا يمكنه أن يشعر بما تشعر به تلك الحيوانات.

وللنمل والنحل مقدرة فائقة على الإحساس بالضوء المستقطب. وقد أظهرت إحدى التجارب العلمية أن النملة تستطيع أن تحدد اتجاهها الصحيح حتى وهي محتجزة بداخل صندوق مغلق. وذلك بشرط أن تتمكن فقط من رؤية السماء.

ولم يجد العلماء المجربون مناصا من أن يلجأوا إلى فرض نظرى، وهو أن النمل قادر بوسيلة ما على الإحساس بالنجوم. وهذا التعليل يدخل فى حدود الميتافيزيقا أو ما وراء الطبيعة. إذ أنه يصعب علينا أن نرى طريقة فيزيقية تستطيع بواسطتها عيون الحشرات أن تستبعد جميع الأضواء المتداخلة من السماء وتسمح للضوء المنبعث من النجوم وحدها بالنفاذ. ويبدو إذن أن التعليل الصحيح هو أن النمل شأنه شأن النحل قادر على الإحساس بالفروق فى استقطاب الضوء فى المناطق المختلفة من السماء. وهذه مقدرة هائلة ليست للإنسان.

ولماذا تنجذب نحلة ما إلى زهرة بالذات، بل وإلى بتلة (ورقة زهرة) بعينها، وليس إلى البتلة المجاورة فى نفس الزهرة، على الرغم من لونى البتلتين قد يكونان متقاربين جدا. إذ قد تكون الأولى صفراء والأخرى أكثر اصفرارا؟

ولا يكون هذا الانجذاب مجرد رغبة طارئة للنحلة فى أن تحط على هذه البتلة دون غيرها، أو تفضيلا منها للون معين على آخر، فنحل العسل مخلوق أعمى الألوان، وليس للون عنده أى معنى. ولا فرق عنده بين الأبيض والأسود أو بين الأحمر والأزرق. قال بعض العلماء

إنها الغزيرة التى تدفع النحل إلى عمل ذلك. وقال البعض الآخر إن النحلة تتجه إلى لون معين عن طريق حساسيتها الشديدة للطول الموجى لذلك اللون، فالألوان ما هى إلا موجات ذات أطوال مختلفة. والألوان ليس لها وجود فى العلم، لكن فى الفن فقط، فى العلم يساوى اللون طولا موجيا معينا. والذى يحدث عند اختيار النحلة لبتلة معينة من زهرة معينة هو أنها تحدد الطول الموجى المناسب أولا ثم تنجذب تلقائيا بعد ذلك إلى اللون المناظر لذلك الطول الموجى.

ومن المؤكد أن الرغبة فى البقاء واستمرار الحياة غريزة عند النحل، فقد ذكر أحد علماء الحشرات أنه رأى ذات صباح جثث ١٥ ملكة نحل صغيرة ملقاة خارج عش واحد، فلما استقصى الأمر وجد أنه قد دارت بالأمس حرب عظمى من أجل العرش. وبالدراسة والملاحظة الدقيقة ثبت أن الحرب ضرورية للنحل، بل مرغوبة لديه لكي يستمر بقاؤه فى الوجود وتزداد أعداده، ففى عش النحل عندما تنصب ملكة جديدة فإن الملكة القديمة تدافع عن عرشها بكل قواها وتستميت فى دفاعها. وتحاول تحطيم الملكة الجديدة. لكن الملكة الجديدة تكون آنذاك فى حماية حاشية من الشغالات القويات التى تحرسها وتناصرها.

وحين تيأس الملكة القديمة وتشعر بأن لا فائدة من استعادة عرشها تطير خارج العش مع حشد من حاشيتها، فبقاؤها أصبح غير مرغوب فيه، وعليها أن تبدأ فى تكوين مستعمرة جديدة فى مكان آخر. وبديهى أنه إذا عاشت الملكة القديمة والملكة الجديدة معا فى

سلام فى مكان واحد فإن النحل لن تتضاعف أعداده ولن تكثر مستعمراته فى ظل هذا التعايش السلمى.

تتعرض الفراشات المسماة كالوساميا برومثيوس Callosamia prometheus في فصل الشتاء لتغيرات خطيرة قد تهدد حياتها، لذلك فإنها تغزل حول نفسها شرنقة مزخرفة متقنة، تغلفها من الخارج بألياف حريرية صلبة ومقساة إلى الدرجة التى تبدو فيها كأنها صدفة صلبة. أما من الداخل فتكون هذه الشرنقة مبطنة بطبقة من الحرير الأملس الناعم، حيث سيرقد الأفراد الصغار الذين ينبغى ألا تجرح أجسامهم الطرية الرخوة، وفى قمة الشرنقة من أعلى تترك فتحة من الحرير المفكك، لكى تندفع خلالها الفراشة عندما تخرج إلى طور النضوج، بعيدا عن حياة العذرية.

تبلغ الفراسة عند النحل البنَّاء أو المعمارى Mason bees حدا لا مثيل له، فهذا النحل يبنى عشوشه على شكل أسطوانى ويملؤها بالعسل حتى ثلثيها. ثم تأتى الملكة إلى العش فتبيض بيضها فوق سطح العسل ثم تغلق العش بعد ذلك.

الغريب أنه إذا ما ثقب هذا العش الأسطوانى من أسفل أثناء تخزين العسل وتسرب العسل منه فإن النحل يوقف عملية التخزين من فوره حتى يتمكن من سد الثقب أولا. لكن إذا ما ثقب العش من أحد جوانبه وارتفاع العسل لم يصل إليه بعد فإن النحل لا يبالى بهذا الثقب لأنه لا يشكل خطرا على المخزون الذى لم يكتمل بعد. أما إذا كان العسل قد وصل فى العش إلى الارتفاع الذى عنده الثقب

فإن النحل يفعل مثلما فعل فى حالة الثقب من أسفل أى يتوقف عن عملية تخزين العسلْ حتى يتم إصلاح الثقب أولا.

يعد مثلا عظيما على بعد النظر مسلك كل من دبور الأوديـنيروس Odynerus والدبور بانى الإبريق Jug builder wasp في تدبير عيش صغاره قبل أن يأتوا للحياة. ومن أجل ذلك يعلق البيض عاليا بخيوط مرنة فوق ذلك الغذاء الذى تم جمعه مقدما. وحين يفقس البيض ينزل الصغار بالخيوط المرنة إلى الغذاء لينهلوا منه.

ولا يقل روعة مسلك نحل الأنثوفورا Anthophora عن مسلك كل من دبور الأودينيروس والدبور بانى الإبريق، فهذا النحل يطلى بيته من الداخل بطلاء مضاد للماء حتى لا تمتص جدران البيت وهى من الطفل الخالص التموين السائل الذى جمعه بكد وعناء من رحيق الأزهار.

وقد بلغت نظم البناء والهندسة وفنون العمارة والديكور لدى بعض الحيوان مبلغا عظيما. وفاقت فى ذلك ما لدى بعض البشر. إن النمل يشيد بيوتا بالغة التعقيد والدقة وفى نفس الوقت متقنة الصنع ومحكمة التصميم. وهى ذات حجرات وأروقة وطرقات أول ما يراعى فيها التهوية الجيدة. وقد أحصى أحد الباحثين عدد الحجرات الموجودة فى بيت واحد للنمل من نوع الآتا Atta، فكانت ١٩٢٠ حجرة.

والعنكبوت من الحيوانات التى تظهر البراعة والإتقان فى تصميماتها الهندسية، فضلا عن ذلك فهو مخلوق واسع الحيلة.

وتظهر سعة الحيلة هذه من خلال تكتيكاته وخططه العسكرية لاصطياد فرائسه من الحشرات . ولم يكشف العلماء من أسراره حتى الآن سوى النذر اليسير . ويقر هؤلاء العلماء بأن العنكبوت هذا الكائن الحى المحير أمره لا زال يحتفظ بالعديد من الأسرار والخفايا .

إنه يفرز من غدد غازلة فى بطنه خيوطا دقيقة ومتينة تشبه خيوط الحرير . ويثبتها بطريقة هندسية رائعة ومحيرة فى زوايا مناسبة له . ويتحرك هو فوق هذه الخيوط صعودا ونزولا كأنه بهلوان بسيرك . وما هو ببهلوان ، لكنه مهندس بارع يشيد بيتا متقنا . وبيته هذا يكون على هيئة دائرة تمتد من محيطها خطوط طولية تلتقى فى نقطة غالبا ما تكون فى غير مركز الدائرة . ويكمن هو عند هذه النقطة . ثم يفرز على الخيوط الطولية مادة لزجة كالغراء تحيل بيته إلى مصيدة ماكنة للحشرات .

وحين تلامس الفريسة طرف الخيط يندفع هو نحوها مسرعا . والخيوط لا تكفى وحدها للإمساك بالفريسة التى تحاول التملص من بينها ، فيوقف حركتها أولا بعضة قوية عن بعد بواسطة قرنين كلابيين على جانبى الفم وبكل منهما غدة سامة تضع قسطا من سمها فى موقع العض . ثم يسعى العنكبوت لتقييد الفريسة بالخيوط مرة أو مرات حسب الحاجة حتى يقضى على مقاومتها تماما . حينذاك يقترب منها مطمئنا ، فيأخذ فى عضها من خلال الخيوط التى قيدها بها . وأحيانا يضربها بأرجله الطويلة التى تتلاقى معا محاصرة الفريسة بداخلها وكأنها قضبان حديدية .

وليس بالضرورة أن يلف العنكبوت فريسته بالخيوط ويعضها ويضربها بأرجله، فقد يفعل حركة أو حركتين من تلك ولا يفعل الأخرى. وذلك حسب حجم ونوع الفريسة، ولكل فريسة أسلوب معين في التعامل، فالحشرة التي تقفز لا بد أن يقيد رجليها الخلفيتين أولا حتى لا تقفز بعيدا. والحشرة التي تلسع أو تعض لا بد من تكبيلها كلها حتى يأمن شرها. أما الحشرة الوديعة كالفراشة فيكتفي بعضها فقط. ثم بعد أن تستسلم الفريسة تماما يحملها بعيدا عن النقطة التي كان قد اقتنصها فيها.

دبور الأودينيروس Odyncrus يبني بيته بعمل حفر في مستوى سطح الأرض، وبعد أن يفرغ من حفره يقوم ببناء برج عال فوق مدخله.

ويبقى بعدئذ إصلاح البيت وإعادة بنائه بعدما حدث فيه من بعثرة وتمزيق من قبل الفريسة السابقة. وعلى الفور تفكك الأنثى النسيج الممزق. ثم تمد خيوطا جديدة هنا وهناك كأضلاع رئيسية لتثبيت باقي الخيوط. ولا تهدأ حتى تفرغ بمهارة وبراعة من إعادة بناء البيت. والخيوط التي يشيد العنكبوت منها بيته مادتها غريبة ولم يتوصل الإنسان إلى كشف سرها حتى الآن برغم أنه قد حاول كثيرا صنع خيوط مثلها. وهذه الخيوط أشبه بالحرير وأشد مرونة من النايلون وأقوى متانة من الصلب ولا تفسد ولا تبلى على الإطلاق ولا تنفذ منها الأشعة أو الماء أو الغبار.

وفى معرض البراعة والإتقان ثمة كائنات حية مجهرية لا ترى بالعين وتعرف بالمتشعات Radiolaria والشمسيات .Heliozoa وبرغم دقة أحجام تلك الكائنات وضآلة قدرها إلا أنها تبنى هياكل متقنة الصنع من مادة السليكا التى تستخلصها من ماء البحر الذى تعيش فيه. وهياكلها تلك مثقبة بثقوب عديدة. ومنها تخرج أرجلها وتدخل فى حركة دؤوبة لأنها أرجل غير دائمة. وتبدو الأرجل البارزة من هياكل المتشعات كأنها الأشعة المتفرقة وفى الشمسيات تبدو كأنها الشمس ذاتها.

وثمة مجموعة أخرى من الكائنات الحية المجهرية التى تشتهر ببناء بيوت عديدة الحجرات قد تصل إلى مائة حجرة وعمل إنشاءات بنائية كبيرة تفوق فى دقة صنعها وروعتها ما تستطيع أنامل أمهر الفنانين إنتاجه من التحف الخزفية. تلك هى المثقبات Foraminiferaالتى تستخدم فى عملية بنائها مادة جيرية من كربونات الكالسيوم تستخلصها من ماء البحر الذى تعيش فيه.

ومن الحشرات من تبدع الكثير من الفنون والمهارات الهندسية والمعمارية. ولبعضها فى ذلك باع غير قصير. إذ تمارس تلك ضروبا عجيبة من الزخرفة والديكور. وكثير منها كالنمل يشيد منازل ضخمة ومعقدة التركيب وذات حجرات منظمة وطرقات معبدة. بل وتزيد على ذلك فتمحر جدرانها من الداخل والخارج وتطليها ثم تزينها بالديكور.

يظن الكثيرون أن الحيوان أقرب ما يكون للصفة البهيمية وأبعد ما يكون عن التخطيط والتدبير. لكن كثيرا من العلماء أقروا فى بحوثهم بما يكون لدى بعض الحيوان من خصال رائعة عرفوا بها كالفراسة وبعد النظر والبصيرة المتدبرة للعواقب وتعد أمثال هذه الطرز العجيبة من السلوك الغريزى للحيوان محيرة للإنسان وباعثة لدهشته.

يمتلك أحد أنواع الطيور التى تستوطن المحيط الهادى ويعرف بالشُّرشُور Chaffinch منقارا يستعصى عليه أن يلتقط به بعض أنواع الفرائس. لذلك فإنه يأتى بشوكة ويمسكها بمنقاره ويستخدمها فى نغز الأرض وجذوع الأشجار لكى يجبر فرائسه من الحشرات على الخروج منها، مما ييسر له الانقضاض عليها.

وفى إفريقيا نوع من النسور لديه مهارة عجيبة في تكسير قشور بيض النعام الذى يتغذى عليه. ولما كان هذا البيض شديد المقاومة للكسر فإن النسر لكى يفعل ذلك فإنه يلتقط بمنقاره أحجارا ثقيلة يصل وزنها إلى حوالى ١٥٠ جراما ويقذف بها من ارتفاع معين فوق البيضة. وعندما تنكسر البيضة يهبط النسر لالتهامها.

وتستطيع القردة العليا مثل الشمبانزى والغوريللا والأورانج أوتانج استعمال العديد من الأدوات. وكثيرا ما يعرف عن الشمبانزى بالذات أنه يستخدم الأغصان لاصطياد النمل الأبيض لكى يتغذى عليه، فهو يأتى بغصن ويغرسه فى مستعمرة النمل وينتظر إلى أن يتجمع النمل تلقائيا فوق الغصن فيقوم بالتهامه.

تعتمد القدرات الحسية للحيوان المرئى أو الملموس على أعضاء خاصة فى جسمه تسمى أعضاء الإحساس. والأميبا وهى حيوان أولى ضئيل لا يرى بالعين وعبارة عن خلية هلامية واحدة تشكل الملليمتر لا أعضاء للإحساس لديها. ومع ذلك فهى تتجنب كل ما يؤذيها أو يضرها، فإذا وضعت لها مادة كيميائية لاسعة نفرت منها وفرت بعيدا عنها. ولو قيست الأمور بالمقياس المادى للزم لحدوث هذا السلوك وجود أعضاء للتذوق فى جسم هذا الحيوان.

ولفت هذا نظر كثير من العلماء، فأرادوا اختبار القدرة الحسية للأميبا برغم علمهم بأن لا أعضاء حس لديها ولا حتى أى أعضاء أخرى. ومن العجيب أن هذا المخلوق عند تناول طعامه يستطيع أن يميز بين غذائه الحقيقي الذى يتألف من النباتات والحيوانات الدقيقة وبين ما قد يدس له من حبيبات عديمة القيمة الغذائية كالرمل أو الزجاج وخلافه، فيقبل على غذائه الطبيعى وينفر من الرمل والزجاج. بل وحين غلف أولئك العلماء حبيبات الرمل والزجاج بشيء من الغذاء الطبيعي فإن الأميبا كانت تقشر ما يغلف حبيبات الرمل والزجاج لتلتهمه تاركة تلك الحبيبات.

وفى البراميسيوم وهو أيضا حيوان أولى لا يرى بالعين ولا يمتلك أى أعضاء للإحساس نرى قدرة أكبر مما لدى الأميبا على التأثر بكل ما حوله. وتتمثل هذه القدرة أكثر فى حالة الاستجابة للجاذبية الأرضية.

وفى حيوانات ضئيلة أخرى تتراوح أحجامها بين عدة ملليمترات وعدة سنتيمترات كالهيدرا تظهر أعضاء حسية خاصة باللمس وتسمى اللوامس. وبهذه اللوامس خلايا حسية وخلايا لاسعة. وكل خلية لاسعة مزودة بشعيرة صغيرة تجعلها تستجيب للمس وللمؤثرات الكيميائية أيضا. ومن ثم تبرز منها زائدة تخترق جسم الفريسة وتنفث منها مادة سامة.

ومثل هذه الشعيرات الحساسة موجودة أيضا وبصورة واضحة المعالم فى كائنات أخرى من الحشرات كالذباب والنحل.

وفى قناديل البحر يظهر الإحساس بالجاذبية. ويرتبط هذا بحاسة اللمس، فاللوامس تحيط بجسم القنديل. وعند قاعدة كل لامسة عضو أجوف صغير يعرف بالحويصلة الحجرية اللامسية Ten-taculocyst توجد به حبيبة حرة الحركة. عندما ترتطم بالشعيرات الحسية الموجودة حولها تكون بمثابة تنبيه للحيوان يدله على أى جانبيه أصبح هو العلوى. ومن الطريف أن جميع الأعضاء الحسية التى تتأثر بالجاذبية توجد بها مثل هذه الشعيرات الحسية. ونفس الشيء يحدث عند بعض الرخويات خاصة ذات المصراعين.

وحتى فى القنوات نصف الدائرية الموجودة بالأذن الداخلية التى توجد فى الفقاريات والتى يعمل فيها اتجاه تدفق سائل اللمف الموجود بها على تعريف الحيوان بأى تغير فى موضعه، نلاحظ أن هذا الإحساس ينتقل عن طريق هذه الشعيرات الحسية الصغيرة.

وفى الحيوانات القشرية مثل الجمبرى تبدو هذه العملية مذهلة

للغاية. إذ يوجد عضوان مميزان يسميان عضوى التوازن يقعان على جانبى الجسم. وكل منهما عبارة عن تجويف أشبه بكيس مملوء بالماء يقع فى قاعدة قرن الاستشعار الأول ويتصل بالخارج عن طريق فتحة دقيقة. ويبطن تجويف الكيس ببروزات كأنها شعيرات وتتصل قواعدها بألياف عصبية. ويحتفظ الجمبرى بحبيبات عديدة من الرمل فى تجويف الكيس عقب كل انسلاخ له. وعند تغير وضع الحيوان إذا مال على جانب أو انقلب عاليه أسفله فإن حبيبات الرمل تتدحرج وتلامس الشعيرات المبطنة لتجويف الكيس والمتصلة بالألياف العصبية، فيثير ذلك سيالات عصبية تمر فى ألياف عصب قرن الاستشعار الأول الوارد إلى المخ حيث تنشأ استجابة حسية تمكن الحيوان من الاحتفاظ بتوازنه على الجانب الذى يريده.

ومما يدل على أن لهذه الأعضاء دورا عظيما فى حفظ التوازن للجمبرى هو أنها إذا أزيلت من جسمه فإنه يفقد كل إحساس بالتوازن كما يفقد قدرته على الإبقاء على جسمه فى الوضع العادى.

ولما كان الجمبرى كلما نما جسمه انسلخ جلده وانسلخ معه تجويف الكيسين أيضا فإنه يحرص على أن يدخل حبيبات الرمل معه عند كل انسلاخ.

ومن التجارب الطريفة التى أجريت فى هذا الصدد أنه أوتى بعدة أفراد من الجمبرى الصغير. ووضعت فى حوض مملوء بالماء عقب انسلاخها مباشرة (أى بعد انسلاخ بطانة أعضاء التوازن، وبذا

تكون خالية بالتأكيد من حبيبات الرمل). وألقى فى حوض الماء ببرادة الحديد بدلا من حبيبات الرمل. ولما لم يجد الجمبرى حبيبات الرمل التقط برادة الحديد بدلا منه ونقلها إلى عضوى التوازن فيه. والمذهل أنه عندما وضع مغناطيس فوق سطح الحوض انقلب الجمبرى على ظهره أى أخذ يسبح وظهره إلى أسفل، أى أن جذب المغناطيس لبرادة الحديد فى عضو التوازن كان أقوى من الجاذبية المضادة. أما عندما وضع المغناطيس تحت الحوض فإن الجمبرى عاد ليسبح سباحته العادية فى نفس الاتجاه الذى يتحرك فيه المغناطيس.

وفى الديدان المهتزة Turbellaria يوجد فى مقدمة الجسم عضو خاص يتركب من تجويف يحوى حبيبة حجرية صلبة تلعب نفس الدور الذى تلعبه نفس الحبيبة فى قناديل البحر والجمبرى. وفى البلاناريا توجد فصوص حسية على جانبى الرأس تتذوق الدودة بها الماء أثناء مرورها فيه.

وفى الحيوانات المشطية Ctenophora كجوز البحر يكون الحيوان كرويا كحبة الجوز، وهو سباح فى الماء بمنتهى المهارة بفضل وجود صفوف من الأمشاط والألواح الهدبية الصغيرة الملتحمة ببعضها البعض عند قواعدها كأسنان المشط. وله عند قطبه العلوى حفرة واضحة مغطاة تحوى عضوا حسيا للاتزان يتركب من كتلة صغيرة من حبيبات جيرية ترتكز على أربع خصلات من الأهداب التى تتصل بخلايا حسية. ويعمل هذا العضو على توجيه قيادة الحيوان أثناء سباحته فى الماء كأنه الدفة للقارب. إذ أن أى انحراف

من جسم الحيوان المشطى أثناء السباحة يسبب ميل الكتلة الجيرية أكثر على خصلة هدبية في جانب عن الآخر. وهذا من شأنه أن ينبه الخلايا الحسية لتنبه بدورها أمشاط وألواح السباحة فتزيد من سرعة ضرباتها على الجانب الآخر حتى يستعيد الحيوان توازنه.

وما قرون القواقع Snails إلا لوامس حسية تحمل العيون فى أعلاها. وفى القوقع الصحراوى Desert snail وهو حيوان رخوى بارز يوجد كيسان للتوازن عبارة عن حويصلتين كرويتين مجوفتين تقعان قرب العقدتين العصبيتين القدميتين وتحتويان على حبيبات جيرية بللورية ولهما بطانة من خلايا مهدبة. وفى الديدان السهمية امتدادات على جانبى الجسم تشبه زعانف السمك، وما هى بزعانف. لكنها أعضاء خاصة تستعمل للتوازن وحسب.

وفى الأسماك خطان على جانبى الجسم لا وظيفة لهما سوى العمل على التوازن والإحساس بتغيرات الماء المحيط. وفى أسماك القراميط توجد شوارب حسية تتحسس بها الأجسام المختلفة التى فى طريقها. وتزداد أهمية تلك الشوارب فى الحيوانات عديمة الأعين. وفى الحيوانات الثديية الليلية مثل القطط والفئران توجد مثل هذه الشعيرات عند الأنف لكى تتحسس بها هذه الحيوانات الأشياء المختلفة فى الظلام.

جوز البحر من الحيوانات المشطية Ctenophora عند قطبه العلوى حفرة مغطاة تحوى عضوا حسيا للاتزان يعمل على توجيه قيادته أثناء سباحته فى الماء كأنه الدفة للقارب.

الديدان السهمية Dart worms وامتدادات على جانبى الجسم تشبه زعانف السمك تستعمل للتوازن.

وفى دودة الرمل المسماة بالنيريس - وهى بالمناسبة قريبة لدودة الأرض المسماة بالأللولوبوفورا - توجد أعضاء حسية متخصصة فى اللمس يالذات تستشعر بها الدودة كل ما حولها وبها تستجيب لأى مؤثر.

وفى عنكبوت الشمس Sun spiderالذى يشيع وجوده فى مصر فى كل من الصحراوين الشرقية والغربية يوجد على الرجلين الأخيرتين خمسة أعضاء لمسية حسية مميزة تشبه مضارب الكرة، وتسمى فعلا بالأعضاء المضربية Racquet-organs

عنكبوت الشمس Sun spider

والنيماتودينيوم Nematodinium واحد من أعجب الكائنات ثنائية الأسواط (الدينوفلاجيللاتا) حيث يحظى بنعمة الإبصار واستقبال الضوء والإحساس به برغم أنه مثل بقية الدينوفلاجيللاتا بل وكل الكائنات الأولية الحيوانية مجهرى وضئيل القد. إذ يتكون جسمه من خلية واحدة فقط، فى هذا الكائن توجد بقعة مميزة تشبه العين حساسة للضوء وتستقبله بكفاءة فائقة وتسمى البقعة العينية Eye spot. وهى عبارة عن عدسة تتشكل على هيئة حجرة لتجميع الضوء ومعها فنجان صبغى لاستقبال هذا الضوء. والمحصلة هى قدرة الحيوان على توجيه جسمه والتحرك نحو الموقع الذى يناسبه.

وفى قناديل البحر توجد بقع حمراء وسوداء اللون عند قواعد

اللوامس تسمى العيينات Ocelli تتركب من مجموعات من الخلايا الاكتودرمية التي تحتوى بداخلها على مادة لونية. وقد ثبت بالتجارب أنها حساسة للضوء. ويعتبرها علماء الحيوان أبسط شكل للعيون.

وفي الحشرات وكل مفصليات الأرجل توجد قرون للاستشعار مرنة وفي غاية الحساسية. يبلغ طولها أحيانا طول الجسم نفسه. بل ويتفرع بعضها ليأخذ شكل الريشة أو شكل هوائي الأجهزة الإلكترونية. وتعمل هذه القرون أيضا كأعضاء حسية كيميائية بالإضافة إلى وظيفتها اللمسية، فهي تعمل على إدراك الروائح المختلفة وتمييزها بحيث لا ينجذب ذكر إلا إلى أنثاه ولا تنجذب أنثى إلا إلى ذكرها. ويحدث هذا أحيانا من على بعد عشرات الأميال.

وفي الحيوان الرخوى المعروف باسم السرمباق أو الميوركس Mur-ex الذى يشيع فى مياه البحر الأحمر يوجد بجوار قاعدة الخيشوم الوحيد عضو صغير يسمى المشم Osphradium يعمل على تذوق نوع التيار المائى الذى يدخل فيه. وتفس العضو يوجد أيضا فى الحيوان الرخوى أرنب البحر Sea hare المدعو أبليزيا Aplysia والذى يشيع وجوده أيضا في مياه البحر الأحمر.

ونفس العضو الذى يعمل على تذوق الحيوان لنوع التيار المائى الذى يدخل فيه (المشم Osphradium) يوجد أيضا فى الحيوان الرخوى أرنب البحر Sea hareالمعروف علميا باسم Aplysia والذى يشيع وجوده أيضا فى مياه البحر الأحمر.

وتستخدم الأسماك بالإضافة إلى ذلك حفرا مسدودة صغيرة لتتذوق الماء الذى تسبح فيه. كما أنها تمرر تيارا من الماء فوق خياشيمها. ولذلك السبب تتصل فتحة الأنف بالفم فى بعض الحيوانات.

وفى الحيوانات الفقارية الأرضية عموما تستخدم الأنف لتمييز التغيرات الكيميائية فى الهواء الجوى. وتحمل الأسماك براعم خاصة للتذوق تمتد خارج الرأس. ولبعض الأسماك أعضاء حسية على أغلب أجسامها حتى على المنطقة الذيلية. وبذا يستطيع الجسم كله أن يقوم بوظيفة التذوق.

يعرف الذكاء بأنه درجة القوة التى بها يستطيع الكائن الحى أن ينظم سلوكه. إذن فالذكى هو من يستطيع تنظيم سلوكه بقوة والغبى هو من لا يستطيع ذلك. لكن كيف ينظم الحيوان سلوكه؟ وكيف يدير حياته بما يكفل له البقاء والتكيف مع ما حوله؟

إن تصرفات الحيوان تنظمها الوراثة تنظيما جزئيا بحيث يفد هذا الحيوان إلى الدنيا وله أسلوب محدد يجابه به بعضا مما يقابله من صعاب. والإحساس هو عدة الوراثة فى تنظيم سلوك الحيوان.

إن صغار بعض الحشرات التى تفقس توا من البيض تستطيع أن تميز غذائها النباتى الخاص بها بالذات، وهى ليست لديها أية دراية سابقة بأن هذا الغذاء هو نفس الغذاء الذى كان يأكله والداها، أو هو نفس غذاء نوعها هى بالذات. وتظل تبحث عن ذلك الصنف من الغذاء فى كل مكان حتى تجده، ولا تأكل غيره إن لم تجده، والبعض

يبقى على المبدأ حتى الموت . بل ويموت فعلا ولا يأكل غذاء غير غذائه .

وتفسير ذلك الأمر هو نفس التفسير الذى تتضمنه إجابة سؤال من هذا القبيل : ما الذى يدفع الحشرات الطفيلية التى تذهب لأول مرة إلى عوائلها الحقيقية أن تفعل ذلك ؟ !

والسلحفاة البحرية التى تعيش فى ماء البحر تخرج منه إلى الشاطئ لكى تضع بيضها فى رماله . ثم تعود إلى البحر وقد تركت البيض بدون أية رعاية تذكر سوى إخفائه عن أية عين يمكن أن تراه . ويفقس البيض على الشاطئ فى عدم وجود الأم . وينمو الصغار بين الرمال ثم يندفعون تلقائيا نحو البحر وينزلون إلى الماء حيث توجد الأم .

وليست الوراثة هى الفيصل فى تنظيم الحيوان لسلوكه ، فكثير من الحيوان لديه قدرات أخرى عجيبة تتعلق بالذكاء .

وفى قصة الحصان (هانز) وهو حصان مدهش خارق الذكاء سمى بالشاطر هانز Clever Hans كما سمى بحصان الأعاجيب نرى شيئا عجبا . لقد أثار هذا الحصان إعجاب الناس Modern-horse فى ألمانيا عام ١٩٠٠م . إذ كان يقوم بإجراء عمليات حسابية كالجمع والطرح والضرب والقسمة . ويحل مسائل رياضية عديدة . وفى ذلك كان متفوقا تفوقا ملحوظا على كثير من الناس وعلى تلاميذ المدارس ، فإذا سئل على سبيل المثال عن حاصل جمع اثنين واثنين ضرب الأرض بقدمه أربع مرات . كما كان يستطيع أن يتهجى

الكلمات والجمل بأن يضرب الأرض بقدمه عددا من المرات مقابل الحروف الأبجدية التى يُسأل عنها. وقد تعلم هانز كل هذا على يد مدربه فى عامين فقط.

أثار ذلك حفيظة علماء الحيوان وعلماء النفس معا. إذ كيف يقوم الحصان بكل هذا؟ وبالفعل تألفت لجنة علمية للتحقق من الأمر. وكانت المفاجأة أن تقرير اللجنة قد أتى بالتأكيد على حقيقة ما يقال عن الحصان هانز. وكان ملفتا لنظر أعضاء اللجنة وقوف مدرب هانز أمامه وهو ساكن سكونا تاما، فأزاد ذلك من حيرتهم، فقاموا بوضع ستار بين المدرب والحصان، فإذا بالحصان يخفق فى حل المسائل والأسئلة التى توجه إليه. وهنا توصلت اللجنة إلى أن الحصان يظل يضرب الأرض بقدمه حتى تبدو علامة الارتياح على وجه مدربه فيشعر بأنه قد توصل إلى الجواب الصحيح.

على أى حال إنه ذكاء أو قل إنه قوة ملاحظة أو قدرة على اجتياز الاختبارات وحل المسائل على أية صورة. وهانز مثل رائع للذكاء فى عالم الحيوان.

ويروى العالم الفرنسى جراسييه فى مؤلفه "الإنسان متهما Homme en accusation'L" أن مدربا إيطاليا قام بتقديم عرض لأنثى كلب من نوع البوديل تدعى دانا Dana أظهرت فيه معرفتها بالأرقام من صفر إلى تسعة وعلامة الجمع (+) وعلامة يساوى (=)، وتخطت ذلك إلى الحروف الخمسة والعشرين التى تتكون منها الأبجدية الإيطالية. وقد تمكنت دانا من التعرف بدقة على الحروف

الخمسة والعشرين واستطاعت ترتيبها على نحو تمكنت معه من تكوين شبه جملة بسيطة وقصيرة باللغة الإيطالية.

وقد أمر المدرب الكلبة دانا بأن تأتي بالرقم ٣ وتضعه على الأرض وكذلك علامة الجمع (+) والرقم ٤ وعلامة يساوى (=). وبعد أن نفذت دانا هذه الأوامر الأربع قامت من تلقاء نفسها بإحضار الرقم ٧ وإضافته إلى حاصل الجمع.

وثمة تجارب أخرى أجريت على شنبانزى يدعى جوجو كان يستطيع حل مشكلات غاية فى التعقيد، فقد جاء العالم الألمانى فولفجانج كوهلر بهذا الشنبانزى ووضعه داخل قفص كبير غلفه بالسلك من الخارج. وعلق له إصبعا من الموز فى موضع مرتفع لا يستطيع بلوغه. ثم ألقى إليه فى قفصه بعدد من الصناديق الصغيرة، فكان الشنبانزى يركب الصناديق واحدا فوق الآخر حتى يبلغ إصبع الموز المعلق.

وفى تجربة أخرى وضع العالم إصبع الموز للشنبانزى خارج قفصه. ثم ألقى إليه بعصا فى الداخل، فإذا به يمسك بالعصا ويخرجها من السلك خارج القفص ويستخدمها فى تحريك إصبع الموز تارة هنا وتارة هناك حتى يحصل عليه. وفى بعض الأحيان كان العالم يبعد إصبع الموز عن الشنبانزى كثيرا، فكان الشنبانزى يتناول عصاتين أو ثلاثة فيدخلهم معا ليكون منهم عصا أطول يستطيع بها أن يحصل على إصبع الموز.

وبالرغم من قدرة الشنبانزى على إجادة تعلم الحركات الآدمية إلا أنه لم يحقق نفس النجاح حين فكر بعض العلماء فى تعليمه

الكلام، فقد احتضنت إحدى الأسر فردا من الشنبانزى واسمته (فيكى) ووضعته مع طفلها ليعيشا نفس المعيشة. لكن الشنبانزى بعد ستة أعوام لم يفلح إلا فى تعلم كلمات بسيطة مثل ماما وبابا وكوب. وعلل العلماء ذلك أن الشنبانزى لا يستطيع التحكم إراديا فى جهاز الصوت.

وكثيرا ما يعرف عن الشمبانزى أنه يستخدم الأغصان لاصطياد النمل الأبيض لكى يتغذى عليه، فهو يأتى بغصن ويغرسه فى مستعمرة النمل وينتظر إلى أن يتجمع النمل تلقائيا فوق الغصن فيقوم بالتهامه.

وفى قرود المكاك فى اليابان لوحظ أن إحدى إناثها - واسمها إيمو - تقوم بخوض البحر فى إحدى الجزر لتغسل البطاطا من حبات الرمل العالقة بها. كما اكتشفت القردة إيمو أنها تستطيع فصل حبات القمح عن حبات الرمل وذلك بوضع القمح المخلوط بالرمل فى الماء، فكان الرمل يرسب والقمح يطفو. وبذا أمكنها أن تجمعه لتأكله. وقد قلد باقى إناث القرود إيمو فى مسلكها. وصرن يفعلن ذلك حتى صار تقليدا ثابتا بين جماعة القرود.

ويمتلك أحد أنواع الطيور التى تستوطن المحيط الهادى ويعرف بالشِّرشُور Chaffinch منقارا يستعصى عليه أن يلتقط به بعض أنواع الفرائس. لذلك فإنه يأتى بشوكة ويمسكها بمنقاره ويستخدمها فى نغز الأرض وجذوع الأشجار لكى يجبر فرائسه من الحشرات على الخروج منها، مما ييسر له الانقضاض عليها.

وفى إفريقيا نوع من النسور لديه مهارة عجيبة فى تكسير قشور بيض النعام الذى يتغذى عليه. ولما كان هذا البيض شديد المقاومة للكسر فإن النسر لكى يفعل ذلك فإنه يلتقط بمنقاره أحجارا ثقيلة يصل وزنها إلى حوالى ١٥٠ جراما ويقذف بها من ارتفاع معين فوق البيضة. وعندما تنكسر البيضة يهبط النسر لالتهامها.

وقرود البابون قوية العضلات، لكنها حين تهاجم فإنها تمسك بعصى غليظة من أفرع الأشجار لتضرب بها أعدائها، فإذا كان العدو أقوى فإنها تجرى نحو الأماكن المرتفعة حيث تدحرج الأحجار إلى أسفل فوق رؤوس الأعداء للقضاء عليهم أو تخويفهم.

ميزان الحكمة الإلهية

من العجيب أنه إذا كسر للإنسان ساق أو قطع له ذراع فلا يمكن تعويضه فى حين تستطيع كائنات أخرى كثيرة أن تجدد ما تفقده من أجسامها، فالهيدرا وهى حيوان جوفمعوى ضئيل يشبه القارورة إذا ما قطع لها ذراع فإنها سرعان ما تعمل على استعادته وتكون بدلا منه. كما أنها إذا ما قطع جسمها إلى قطع صغيرة فإن هذه القطع لا تلبث أن تنمو إلى هيدرات صغيرة كاملة الجسم. بل إن الهيدرا ما جاء اسمها هذا إلا تشبها بوحش خرافى يسمى هيدرا ورد ذكره فى الأساطير اليونانية القديمة وكان له تسع رؤوس وكان هرقل يقاتله وكلما قطع له رأس نبت محله رأسان.

ونفس الشيء يحدث فى حيوان كالإسفنج كان اقتصاد اليابان قبل نهضتها الحالية يقوم على التجارة فيه باستغلال خاصية التجدد

لديه، فكان اليابانيون يقومون بتقطيعه إلى أجزاء صغيرة ونثرها على حواف الشواطئ، فكانت لا تلبث أن تجدد كل ما قطع منها وتنمو إلى كائنات إسفنجية جديدة. بل ويصل الأمر فى الإسفنج إلى حد أنه إذا فُتت جسمه إلى خلايا مفردة فإنها لا تلبث أن تبنى أنفسها من جديد وتستعيد تكوينها مرة أخرى كما كانت.

ونفس الشيء يحدث مع حيوانات أولية كالأميبا وحيوانات مفلطحة كالبلاناريا إذا ما قطع جسمها إلى أجزاء فسرعان ما يعوض كل الأجزاء المقطوعة منه. ولبعض الحلقيات كدودة الأرض والحشرات وقشريات كالجمبرى والسرطانات ورخويات كنجم البحر والبرمائيات والزواحف مقدرة هائلة على التجديد لما يفقد من أجسامها. إنها ميزة عجيبة تختص بها هذه الكائنات دون غيرها. ولا تتأتى لكثير من المخلوقات الأكبر والأضخم ولا حتى الإنسان ذاته.

ويعتقد أن إمكانية تجديد الحيوان للمفقود منه تعتمد على درجة التنظيم العصبى فى جسمه، فكلما انخفضت درجة التنظيم العصبى لديه كانت قدرته على التجديد أكبر. كما يعتقد أنه كلما أصبحت الخلايا أكثر تخصصا قلت مقدرتها على إنتاج خلايا جديدة يمكن بها أن تستعيد ما يفقد منها. لكن هذا الاعتقاد يصبح جديرا بالتمحيص إن لم يصبح محل شك إذا ما قورنت هذه المقدرة لحيوانات ذات تنظيم عصبى عال وخلايا أكثر تخصصا كالبرمائيات والزواحف مع حيوانات ذات تنظيم عصبى منخفض وخلايا أقل تخصصا كالإسفنج والهيدرا.

وترتبط مقدرة الحيوان على التجديد للمفقود منه بقابلية أنسجة جسمه لزراعة أعضاء جديدة لديه. ولقد استخدمت هذه العلاقة فى تجارب زراعة الأعضاء، فأثمرت هذه التجارب نتائج مذهلة، فى البلاناريا بالذات أجريت تجارب وبحوث عديدة، فكانت تقطع قطعة صغيرة من الرأس من حيوان لتغرس فى مؤخرة الجسم أو فى أحد الجانبين لحيوان آخر فكانت هذه القطعة الصغيرة تنمو على الفور إلى رأس. بل وتؤثر على الأنسجة المجاورة لتحثها على تكوين بلعوم جديد وكأن فردا جديدا فى طريقه للتكون. وبالمثل يتكون من خلال مثل هذه التجارب حيوان واحد وله رأسان كل رأس فى طرف من الجسم أو له عشرة رؤوس فى طرف واحد. كما أجريت تجارب وبحوث عديدة على بويضات وأجنة هذه الحيوانات، فوجد أن لها ذات القدرة التى للحيوانات ذاتها. وبتعريض هذه البويضات والأجنة لمحاليل كيميائية ذات تراكيز معينة تكونت أنواع مختلفة من الأجنة الغريبة التى قد تكون أحيانا بلا رأس أو بلا أعين أو يكون لها رؤوس عديدة أو تلتحم أعينها فى عين واحدة.

لكن المحير الآن تساؤل يتردد بكثرة هو: لماذا تقف مقدرة الجسم على تعويض المفقود منه وبالتالى مقدرته على قبول زراعة الأعضاء فيه عند هذه الحيوانات وحسب؟ إنه تساؤل يجدر بكل المختصين أن يكرسوا كل الجهود ويركزوا كل البحوث للإجابة عنه ويبحثوا فى ماهية هذه الظاهرة وأسبابها. إذ أن هذه المقدرة لو كانت قد تأتت للإنسان ليسرت حل ما لا يحصى من المشاكل الصحية.



حكمة البناء البيولوجي

لا تنمو أجسام أغلب الحشرات بالتدريج كما تنمو أجسامنا نحن. بل تنمو على مراحل. وبين المرحلة والتالية فترة محددة من العمر. ويتغير شكل الحشرة مع تغير عمرها. ويرجع ذلك لوجود جلد صلب على جسم الحشرة غير قابل للتمدد مما يمنع من نموها التدريجي والزيادة فى حجمها. لذا يتم النمو فى جسم الحشرة خلال عملية هامة متكررة تعرف بالانسلاخ Moulting or ecdysis. ويطلق على عملية النمو هذه المصحوبة بتغير فى الشكل التحول Metamorphosis.

وقد يكون التحول فى بعض الحشرات غير كامل كما يحدث فى الصراصير والجراد والبق والقمل حيث يشبه الصغار الفاقسون من البيض ويسمون الحوريات الحشرة البالغة فى كل شيء ما عدا خلوها من الأجنحة وعدم قدرتهم على التناسل.

وقد يكون التحول فى البعض الآخر من الحشرات كاملا كما فى الخنافس والنمل والنحل والذباب والفراش حيث يفقس البيض عن طور يسمى اليرقانة. ويختلف تماما عن الحشرة البالغة فى شكل الجسم والفم والمعيشة وغياب الأجنحة والأرجل والأعين المركبة. وتدب اليرقانة الفاقسة من البيضة وتسعى بحثا عن غذائها. وفى هذا تكون شرهة جدا للغذاء ومدمرة لكل ما تصل إليه.

وعند وقت مناسب تتحول اليرقانة إلى طور ساكن يسمى العذراء ويتوقف عن تناول الغذاء ويحيط نفسه بشرنقة. وبرغم أن

هذا الطور يبدو ساكنا وعديم الحركة إلا أن تغيرا عظيما ونشاطا تكوينيا خطيرا يجرى بداخله استعدادا للطور القادم النهائى الذى يختلف تماما عن الطورين السابقين وهو الطور البالغ والذى يرتبط فى أذهاننا بالاسم الذى نعرفه به كالخنافس والنمل والنحل والذباب والفراش.

والمذهل هنا أنه كيف لطور العذراء الكامن بداخل الشرنقة وهو كالدودة أو البرميل وعديم الأرجل والأجنحة والأعين أن يتحول إلى الحشرة البالغة التى تصبح خنفساءً أو نملة أو نحلة أو ذبابة أو فراشة جميلة الألوان تطير فى كل مكان؟

أمر لو أمعنت التفكير فيه لا أعلم ماذا قد يحدث لك؟ هل تسجد تواضعا للخالق أم تعقد العزم على أن تصبح عالما فى الحشرات أم تمر عليه مرور الكرام؟

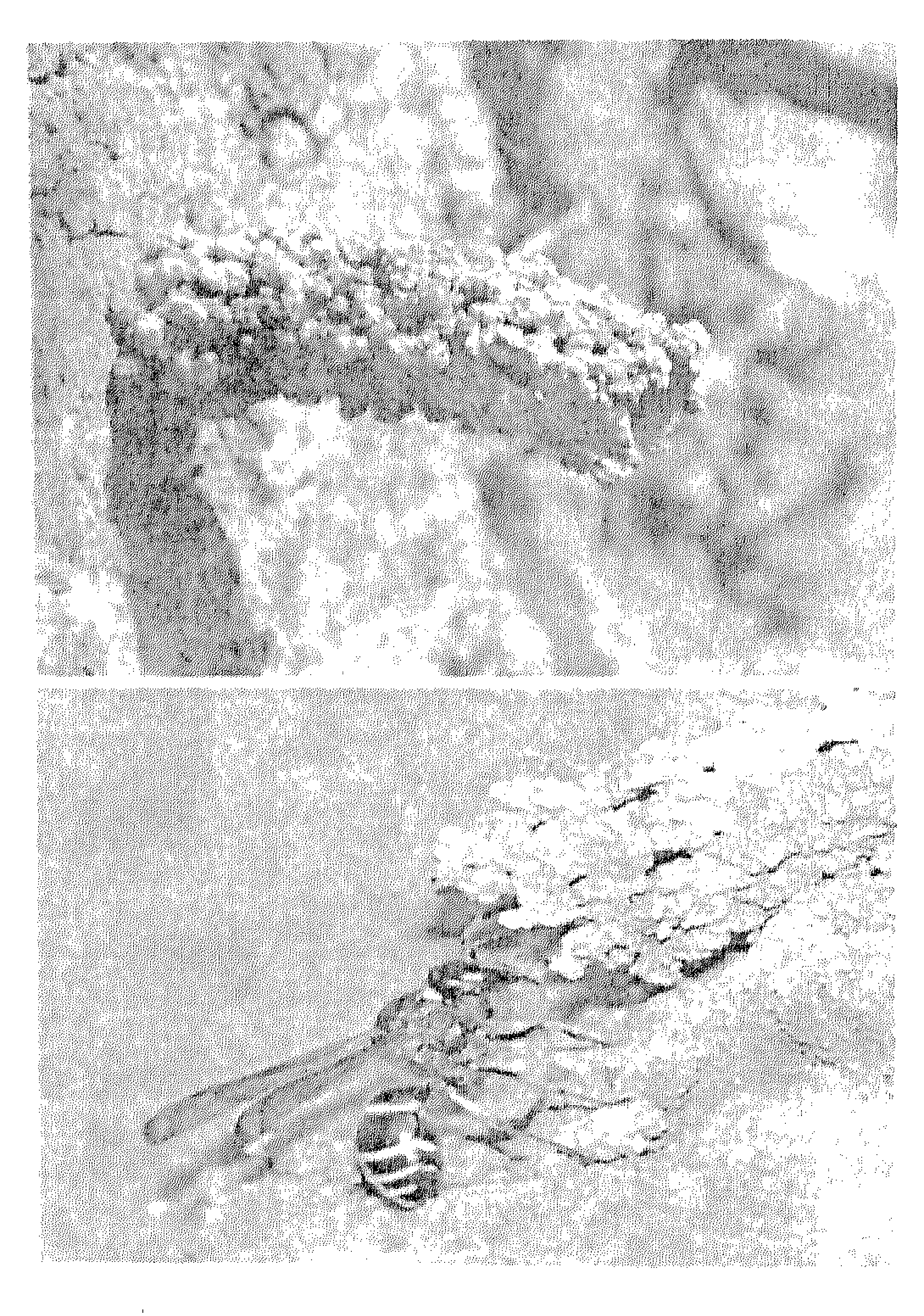
المهم أن ما يحدث للعذراء بداخل الشرنقة هو أمر عظيم للغاية؛ هدم لكل الأنسجة والأعضاء وإعادة بناء لأنسجة وأعضاء جديدة. دودة تتلوى بلا أرجل ولا أجنحة ولا أعين تتحول إلى خنفساء أو ذبابة أو نملة أو نحلة أو فراشة ذات أرجل وأجنحة وأعين!!

حشرة تنسلخ من جلدها

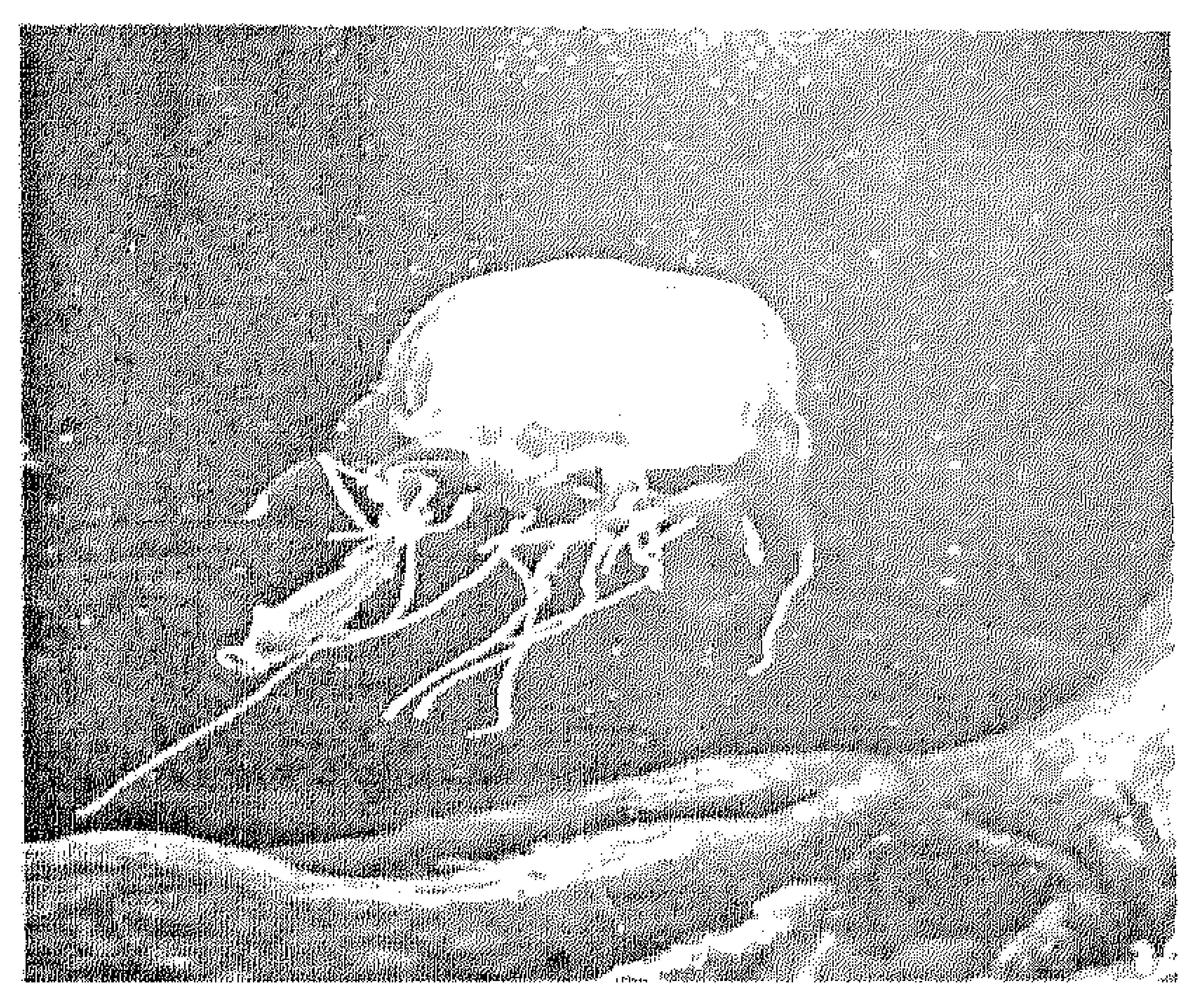
فى بدء تحول العذراء تقوم خلايا الدم البيضاء وبالذات النوع البلعمى بهدم كل الأنسجة والأعضاء فيها ما عدا الجهاز العصبى المركزى الذى سيسير وسينظم كل الأمور المقبلة ويحول تلك الأنسجة والأعضاء المهدمة إلى سائل له قوام القشدة يستعمل لتغذية

مجموعات من خلايا جنينية جديدة تعرف ببراعم البلوغ تأخذ فى الظهور ولها قدرة هائلة على تكوين الأنسجة والأعضاء الجديدة. وهذه الخلايا موزعة فى كل جسم العذراء حيث الأماكن الملائمة لتكوين الأعضاء الجديدة البالغة كالأرجل والأجنحة والأعين غير الموجودة الآن فى العذراء وغير الموجودة حتى فى الطور السابق (اليرقانة) من قبل. لكنها تكون ممثلة بجيوب بسيطة منغمدة فى جسم اليرقانة عند بدء تكوينها. وبهذه الطريقة تظهر الأعضاء الجديدة كاملة التكوين وفى أماكنها الصحيحة على جسم الحشرة المقبلة وهى كلها لا تزال بداخل الشرنقة. وعندما تكتمل العملية ويحل الوقت المناسب ينشق غطاء العذراء وتخرج الحشرة الكاملة بأجنحتها لتطير هنا وهناك فى الهواء؛ نحلة أو ذبابة أو فراشة كل بلونها وشكلها المميزين تطير إلى هدفها المعروف.

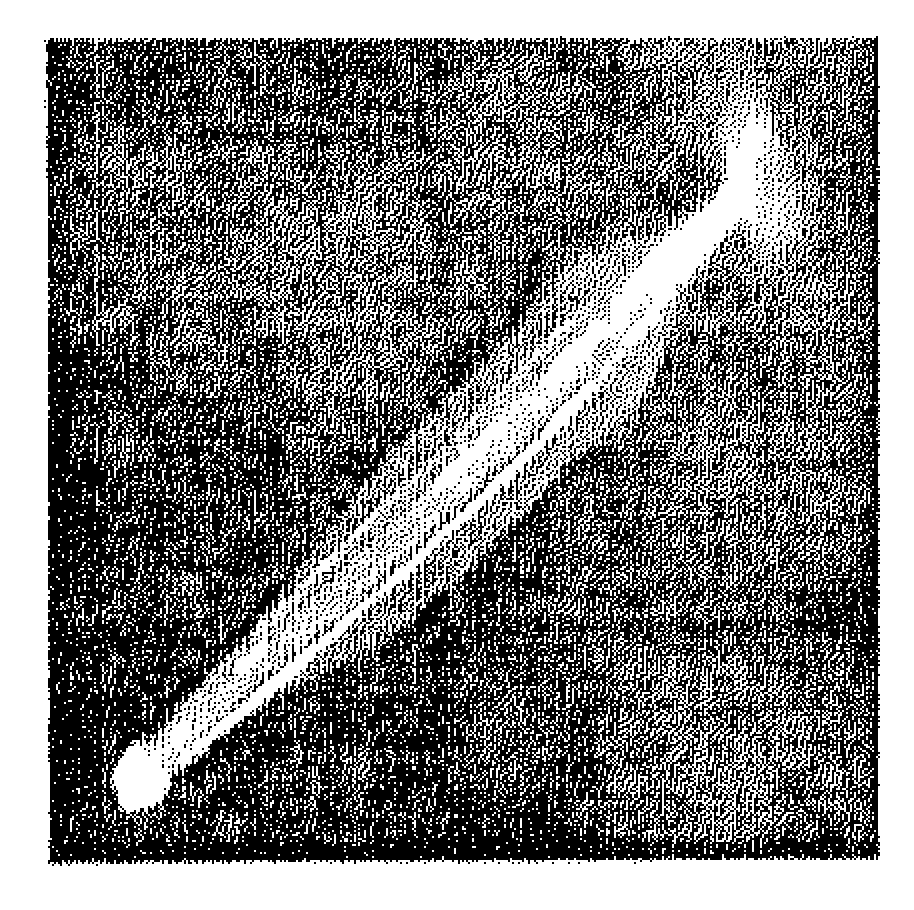
أبعد هذا تنظر لهذه المخلوقات نظرة استهانة أو استعلاء؟

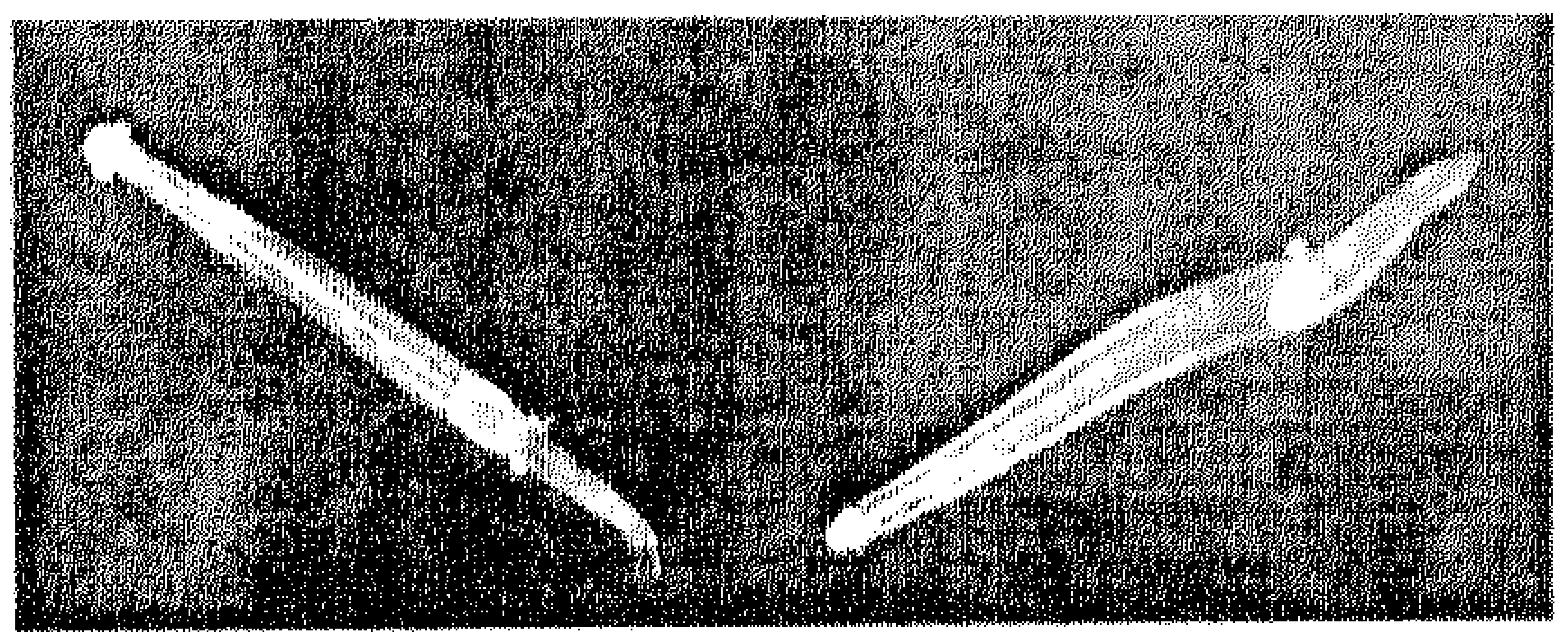


دبور الأودينيروس Odynerus ... يبنى بيته بعمل حفر فى مستوى سطح الأرض، وبعد أن يفرغ من حفره يقوم ببناء برج عال فوق مدخله.

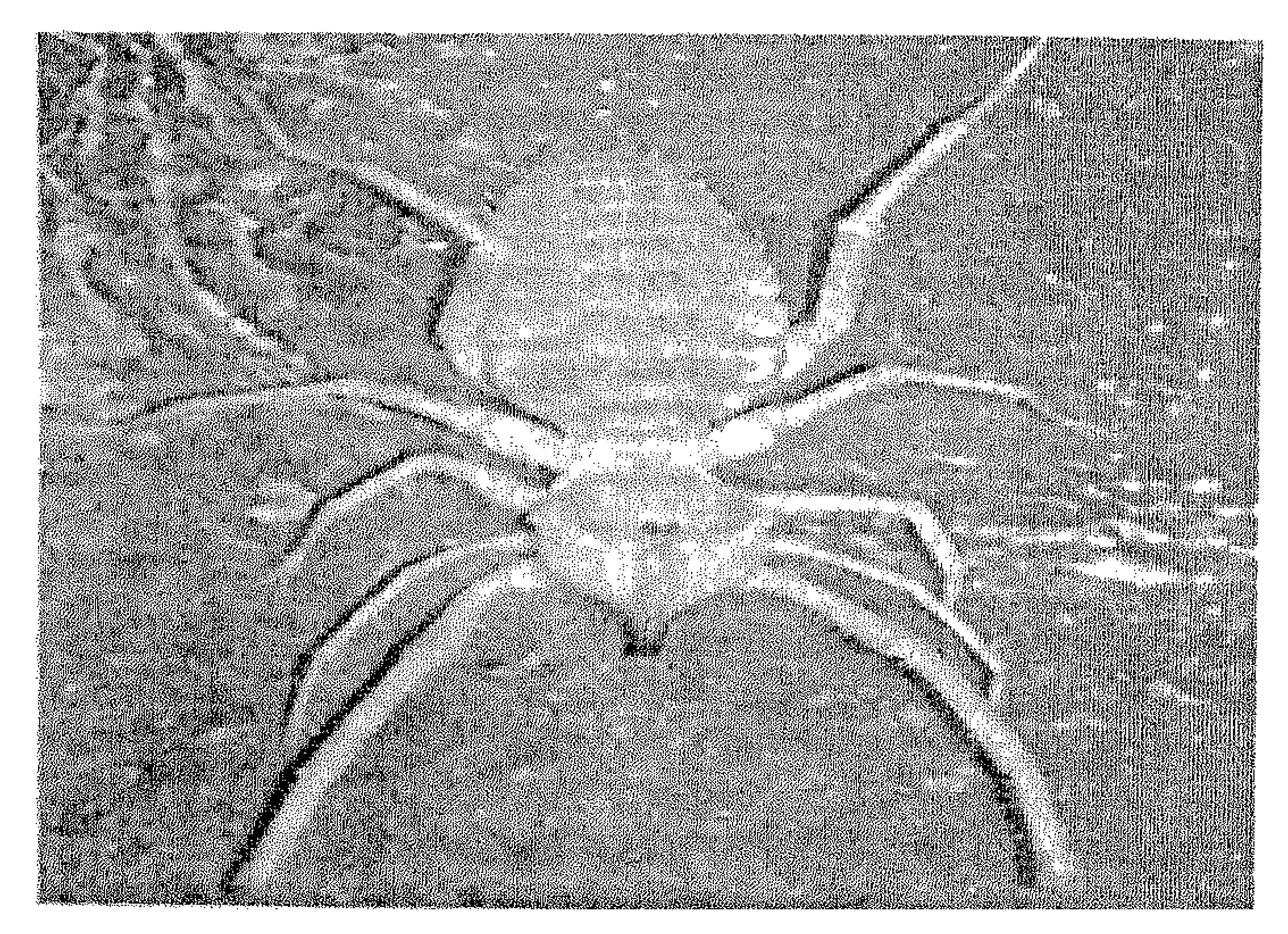


جوز البحر من الحيوانات المشطية Ctenophora ... عند قطبه العلوي حفرة مغطاة تحوي عضوا حسيا للاتزان يعمل على توجيه قيادته أثناء سباحته في الماء كأنه الدفة للقارب.

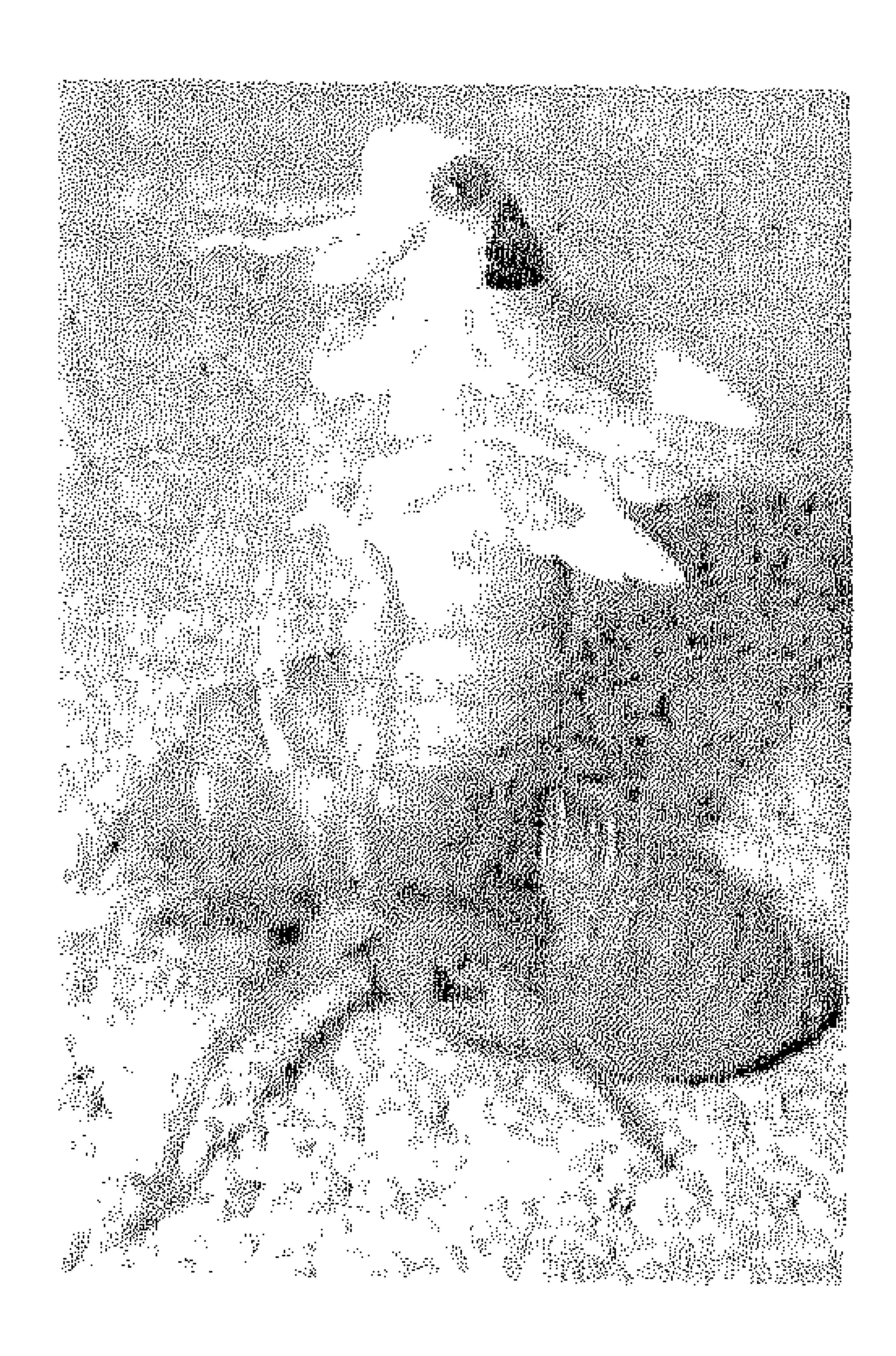




الديدان السهمية Dart worms ... وامتدادات على جانبي الجسم تشبه زعانف السمك تستعمل للتوازن.



عنكبوت الشمس Sun spider



حشرة تنسلخ من جلدها

هـذا الكتـاب

تأملات في منظومة الحياة على سطح الأرض، تأخذ بيد القارئ، فتنير له جوانباً من مغاليقها، وتفك علامات استفهام قد تكون واجهته وهو يراقب سلوكيات الكائنات الحية التى تشاركنا الحياة على سطح البسيطة، أو وهو يعاين ما يجرى داخل جسمه البشرى ذاته.

توفر على هذه التأملات عالِمٌ متخصص فى علوم الحياة، يمتلك أسلوبَ الأديب وهو يعرض لهذه المسائل العلمية التى لا تخلو من عمق؛ بل - فى حقيقة الأمر - إنه أديب، متمرس بالكتابة الأدبية، إلى جانب تخصصه العلمى، وله إصدارات شهد لها بالجودة نفرٌ من نقاد الأدب، من قصة قصيرة ورواية.

ويتعرض المؤلف لما اختاره من موضوعات بحس إيمانى، يعترف بعبقرية الخلق، التى تفصح بأعظم ما يكون الإفصاح عن وجود خالق قادر.

سيجد القارئ بين غلافى هذا الكتاب نموذجاً للكتابة العلمية البسيطة، وليست السطحية، تعينه فى تفهم بعض نواحى العلوم البيولوجية الحديثة، والوراثة، والبيئة، مستمتعاً بما يتكشف له من حقائق علمية، وبسرد لا يخلو من جماليات.

المحتوى

للنشر فى السلسلة :

* يتقدم الكاتب بنسختين من الكتاب على أن يكون مكتوباً على الكمبيوتر أو الآلة الكاتبة أو بخط واضح مقروء. ويفضل أن يرفق معه أسطوانة (C.D) أو ديسك مسجلاً عليه العمل إن أمكن.
* يقدم الكاتب أو المحقق أو المترجم سيرة ذاتية مختصرة تضم بياناته الشخصية وأعماله المطبوعة .
* السلسلة غير ملزمة برد النسخ المقدمة إليها سواء طُبع الكتاب أم لم يطبع .

شركة الأمل للطباعة والنشر
(موريفيتلى سابقاً)
ت:23904096 - 23952496

هـذا الكتـاب

تأملات في منظومة الحياة على سطح الأرض، تأخذ بيد القارئ، فتنير له جوانبا من مغاليقها، توفر عليها عالـمٌ متخصص في علوم الحياة، تصادف أن يكون — بذات الوقت — أديبا له إصدارات شهد لها بالجودة نفرٌ من نقاد الأدب، من قصة قصيرة ورواية.

ويتعرض المؤلف لما اختاره من موضوعات بحس إيماني، يعترف بعبقرية الخلق، التي تفصح بأعظم ما يكون الإفصاح عن وجود خالق قادر.

سيجد القارئ بين غلافي هذا الكتاب نموذجا للكتابة العلمية ... وليست السطحية، تعينه في تفهم بعض نواحي العلوم ... الحديثة، والوراثة، والبيئة، مستمتعا بما يتكشف له من ... وبسرد لا يخلو من جماليات.





م الغلاف : فكري يونس

www.gocp.gov.eg
www.qatrelnada.com.eg
www.odabaaelaqaleem.com
www.althaqafahalgadidah.com.eg

الثمن: جنيهان